

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**ATLAS DIGITAL DEL PLAN REGULADOR DEL CANTÓN DE  
JIMÉNEZ, CARTAGO, COSTA RICA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERA  
FORESTAL CON EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA**

**MARÍA ALEJANDRA FERNÁNDEZ MORA**

**CARTAGO, COSTA RICA, 2018**

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**ATLAS DIGITAL DEL PLAN REGULADOR DEL CANTÓN DE  
JIMÉNEZ, CARTAGO, COSTA RICA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERA  
FORESTAL CON EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIATURA**

**MARÍA ALEJANDRA FERNÁNDEZ MORA**

**CARTAGO, COSTA RICA, 2018**



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

# **ATLAS DEL PLAN REGULADOR DEL CANTÓN DE JIMÉNEZ, CARTAGO, COSTA RICA**

María Alejandra Fernández Mora\*

## **RESUMEN**

El uso de los sistemas de información geográfica (SIG) ha venido en aumento debido al poco tiempo requerido para realizar ciertas tareas, el bajo costo y la necesidad de un número pequeño de expertos para su implementación. De esta forma, los SIG se han convertido en una herramienta importante para gran cantidad de ramas de estudio, como es el caso del ordenamiento territorial. Este ordenamiento territorial se lleva a cabo en el país por medio de los planes reguladores y la elaboración de una base de datos con capas de distintos ejes disciplinarios como parte de los requerimientos de este instrumento de planificación y gestión a nivel local. El objetivo de este trabajo fue generar una base de información geográfica para la creación del plan regulador del cantón de Jiménez, Cartago, Costa Rica. Según el Manual de Planes Reguladores como Instrumento de Ordenamiento Territorial, se debe elaborar un total de 106 capas para el caso del cantón de Jiménez; de las cuales 22 se desarrollaron en el presente trabajo de graduación, todas con sus respectivas metodologías representadas en tutoriales y modelos cartográficos, así como los metadatos correspondientes. La capa que más trabajo conllevó fue la del uso del suelo la cual se realizó con el complemento Semi Automatic Classification del programa Qgis 3.0. El número de capas elaboradas estuvo en función de la cantidad de información para crear la capa, el tiempo disponible y/o la necesidad de conocimiento de otros profesionales expertos en distintos temas requeridos.

Palabras claves: SIG, ordenamiento territorial, planes reguladores, capas.

## ABSTRACT

The use of geographic information systems (GIS) has been increasing due to the short time required to perform certain tasks, the low cost and the need for a small number of experts for its implementation. In this way, GIS have become an important tool for a large number of branches of study, such as land use planning. This territorial ordering is carried out in the country through the regulatory plans and the elaboration of a database with layers of different disciplinary axes as part of the requirements of this instrument of planning and management at the local level. The objective of this work was to generate a geographic information base for the creation of the regulatory plan of the cantón of Jiménez, Cartago, Costa Rica. According to the Manual of Regulatory Plans as an Instrument of Territorial Ordering, a total of 106 layers must be prepared for the case of the Cantón de Jiménez; of which 22 were developed in the present graduation project, all with their respective methodologies represented in tutorials and cartographic models, as well as the corresponding metadata. The layer that more work entailed was the use of the soil, which was made with Semi Automatic Classification plugin of the Qgis 3.0 program. The number of elaborated layers was a function of the amount of information to create the layer, the time available and / or the need of knowledge of other professionals in different required subjects.

Keywords: GIS, territorial ordering, regulatory plans, layers.

\*Fernández-Mora, MA. 2018. *Atlas Digital del Plan Regulador del Cantón de Jiménez, Cartago, Costa Rica*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica, 254p.



## CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN


Trabajo final de graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por M. Sc. Casia Soto Montoya, Lic. Luis Enrique Molina Vargas y Ph. D Nancy Gamboa Badilla como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Forestal, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.



Casia Soto Montoya, M. Sc.  
Directora de Tesis




Luis Enrique Molina Vargas, Lic.  
Municipalidad de Jiménez



Nancy Gamboa Badilla, Ph. D  
Profesora lectora



Dorian Carvajal Vanegas  
Coordinador Trabajos Finales  
De Graduación



María Alejandra Fernández Mora  
Estudiante

## DEDICATORIA

*A mis padres, por estar presentes en estos cinco años de esfuerzo y siempre querer lo mejor para mí. Gracias por acompañarme, ser mi sostén en todo momento, guiarme y sobretodo, por aceptar y respetar mis decisiones.*

*A mi hermana por ser mi modelo a seguir y acompañarme en mi proceso universitario y mi vida.*

*A mi tío Francisco, que en paz descanse, por transmitirme el amor por la naturaleza y abrir mi mente a cosas nuevas en la vida.*

*A mi equipo de trabajo en estos 5 años de experiencias, por ser mis palabras de aliento cuando más lo necesitaba.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A todo el personal de la Municipalidad de Jiménez por permitirme realizar mi proyecto final de graduación en esta institución.

Al arquitecto Luis Molina por la ayuda brindada en la generación de datos.

A Asdrúbal Calderón y Ronald Lobo, por ayudarme a realizar mi trabajo de campo.

A mi profesora tutora Casia Soto Montoya, por creer en mi capacidad para realizar este trabajo y ser una fuente de inspiración para proyectos futuros.

A mi compañero y amigo Esteban Montenegro, por toda la travesía que nuestros proyectos han significado y por ayudarme en todo momento.

A la Escuela de Ingeniería Forestal y todo su personal, por todo el aprendizaje que me han brindado y toda la sabiduría transmitida.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	i
ABSTRACT .....	ii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTOS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE CUADROS .....	xi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. OBJETIVOS .....	3
Objetivo General: .....	3
Objetivos Específicos: .....	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1. Crecimiento poblacional .....	4
3.1.1 Historia en Costa Rica .....	4
3.1.2 Historia en Jiménez .....	4
3.1.3 Consecuencias del crecimiento poblacional .....	5
3.2 Ordenamiento Territorial .....	6
3.2.1 Definición .....	6

3.2.2 Importancia del ordenamiento territorial .....	6
<b>3.3. Historia del OT en el mundo .....</b>	<b>7</b>
<b>3.4. Historia de OT en Costa Rica .....</b>	<b>9</b>
<b>3.5. Planes Reguladores.....</b>	<b>9</b>
3.5.1 Concepto.....	9
3.5.2 Leyes relacionadas .....	11
3.5.3 Nuevo Manual de Planes Reguladores .....	12
<b>3.6. Bases de datos de información geográfica.....</b>	<b>13</b>
<b>3.7. Uso de los SIG en el OT .....</b>	<b>14</b>
<b>3.8. Aplicación y complementos al momento de trabajar con los SIG .....</b>	<b>14</b>
<b>4. METODOLOGÍA .....</b>	<b>16</b>
4.1 Área de estudio .....	16
4.2 Selección de capas a elaborar y actualizar .....	17
4.3 Diagnóstico de capas disponibles.....	17
4.4 Corrección y creación de capas.....	17
4.4.1 Capa de uso del suelo: Clasificación supervisada.....	18
<b>4.5 Creación de Modelos Cartográficos y tutoriales .....</b>	<b>22</b>
<b>4.6 Metadatos de las capas generadas .....</b>	<b>22</b>
<b>4.7 Elaboración de la plantilla para mapas .....</b>	<b>23</b>

4.8 Elaboración del sistema de estandarización de carpetas .....	23
4.9 Capacitación de personal.....	24
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
5.1 Selección de capas a elaborar .....	25
5.2 Diagnóstico de información geográfica .....	25
5.3 Generación y estandarización de las capas requeridas, creación de tutoriales y modelos cartográficos y creación de los metadatos. ....	25
5.4 Organización de la base de datos en carpetas.....	36
5.5 Capacitación a los funcionarios de la municipalidad.....	37
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>38</b>
<b>7. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>40</b>
<b>8. REFERENCIAS.....</b>	<b>41</b>
<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>48</b>
<b>Anexo 1.</b> Recomendaciones y Estandarización. ....	48
<b>Anexo 2.</b> Lista de capas requeridas por el Plan Regulador para el cantón de Jiménez.....	50
<b>Anexo 3.</b> Modelo cartográfico para el preprocesamiento de datos de la capa de uso del suelo. ....	56
<b>Anexo 4.</b> Tutoriales de las capas realizadas. ....	59
<b>Anexo 5.</b> Secciones de metadatos de las capas generadas.....	198
<b>Anexo 6.</b> Fotos de la capacitación a los funcionarios de la Municipalidad de Jiménez. ....	202

<b>Anexo 7.</b> Laboratorios utilizados en la capacitación a los funcionarios de la Municipalidad de Jiménez y Alvarado.....	204
--	-----

## ÍNDICE DE FIGURAS

Núm.	Título	Pág
	Figura 1. División político-administrativa del cantón de Jiménez. ....	16
	Figura 2. Sección del archivo de Excel, de los metadatos. ....	22
	Figura 3. Plantilla para los mapas del plan regulador de Jiménez. ....	23
	Figura 4. Sistema de estandarización de carpetas utilizado. ....	24
	Figura 5. Mapa del uso actual del suelo, cantón de Jiménez, Cartago, Costa Rica .....	28
	Figura 6. Nombre de las carpetas y las capas siguiendo el sistema de estandarización propuesto. ....	35
	Figura 7. Tabla de atributos siguiendo el formato de recomendaciones propuesto. ....	35
	Figura 8. Sistema de organización de carpetas. ....	36
	Figura 9. Ubicación de los metadatos dentro de la carpeta de la base de datos. ....	37



## ÍNDICE DE CUADROS

Núm.	Título	Pág.
	Cuadro 1. Número de habitantes por distrito del cantón de Jiménez para los censos realizados en el año 2000 y 2011. ....	5
	Cuadro 2. Lista final de capas corregidas del diagnóstico de información geográfica en la Municipalidad de Jiménez. ....	26
	Cuadro 3. Capas utilizadas de cada fuente específica. ....	26
	Cuadro 4. Usos del suelo del cantón de Jiménez y sus áreas respectivas. ....	28
	Cuadro 5. Matriz de confusión para la clasificación del uso del suelo en el cantón de Jiménez, Cartago, Costa Rica. ....	31
	Cuadro 6. Justificación de puntos de validación con clasificación incorrecta en campo y posteriormente modificados para validación. ....	31
	Cuadro 7. Matriz de confusión modificada para la clasificación del uso del suelo en el cantón de Jiménez, Cartago, Costa Rica. ....	33
	Cuadro 8. Lista de capas generadas según su categoría de priorización. ....	34

## ÍNDICE DE ANEXOS

Núm.	Título	Pág.
<b>Anexo 1.</b>	Recomendaciones y Estandarización.....	48
<b>Anexo 2.</b>	Lista de capas requeridas por el Plan Regulador. ....	50
<b>Anexo 3.</b>	Modelo cartográfico para el preprocesamiento de datos de la capa de uso del suelo. .....	56
<b>Anexo 4.</b>	Tutoriales de las capas realizadas. ....	59
<b>Anexo 5.</b>	Secciones de metadatos de las capas generadas.....	198
<b>Anexo 6.</b>	Fotos de la capacitación a los funcionarios de la Municipalidad de Jiménez. ....	202
<b>Anexo 7.</b>	Laboratorios utilizados en la capacitación a los funcionarios de la Municipalidad de Jiménez y Alvarado.....	204

# 1. INTRODUCCIÓN

El ordenamiento territorial es un instrumento y un proceso de planificación con carácter técnico-político-administrativo, con el que se pretende a largo plazo lograr una organización del uso de la tierra de acuerdo con las características de esta y los objetivos planteados. Este instrumento procura un desarrollo sostenible en términos de políticas plurisectoriales y nace a partir del aumento desmedido de la población y su expansión a lo largo del territorio (Cabeza, 2002).

En el artículo 169 de la Constitución Política de Costa Rica (1949), se establece la potestad de las municipalidades para administrar los intereses y servicios locales, incluyendo de esta forma el ordenamiento territorial. Además, como una de las responsabilidades emanadas en la Ley de Planificación Urbana N° 4220 (1968), los gobiernos locales poseen la competencia y autoridad para planear y controlar el desarrollo humano urbano, dentro de los límites de su territorio jurisdiccional. Por otra parte, dentro de la Ley Orgánica del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo N°1788 (1954), se crea el INVU con el fin de encargarse del proceso del ordenamiento local y asesoramiento a las municipalidades. De manera paralela, la Ley Orgánica del Ambiente N°7554 (1995), define el ordenamiento territorial como la labor que debe realizar tanto el estado como los gobiernos locales, con el fin de establecer una armonía entre el bienestar humano, la utilización de recursos y la conservación del ambiente, tomando en cuenta aspectos del desarrollo sostenible.

Es por esto que se crea el Manual de Planes Reguladores como instrumento de ordenamiento territorial publicado por el Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo (2017). En él se establecen los lineamientos obligatorios y de carácter orientador para llevar a cabo la elaboración del ordenamiento territorial por medio de los planes reguladores.

Parte de la creación de este instrumento de ordenación implica el desarrollo de distintos mapas como lo son los de zonificación, uso del suelo, base, temáticos,

diagnósticos, entre otros (INVU, 2017). Por lo tanto el uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), es imprescindible para obtener la información que estos mapas requieren y además, es necesario elaborar una metodología para actualizar los datos generados e incorporar nuevos datos con el fin de mantener en orden la información.

El presente año se planteó el desarrollo del Plan Regulador para los distritos de Juan Viñas, Pejibaye y Tucurrique por parte de la Municipalidad de Jiménez. Según la FAO (2018) se realizan estos con el fin de establecer las prioridades de desarrollo para el cantón, coordinar las inversiones públicas de interés nacional en estos pueblos, favorecer y coadyuvar en el nivel de vida adecuado para la población y la conservación de los recursos naturales, afianzando su existencia para las actuales y futuras generaciones. Sin embargo, la municipalidad no cuenta con antecedentes en el uso de los SIG y los profesionales encargados de realizar el instrumento de regulación del ordenamiento territorial, no poseen la capacitación necesaria; por lo tanto, la elaboración de este proyecto es de suma importancia y ayuda para el gobierno local y el equipo encargado de llevar a cabo este procedimiento.

El presente estudio tuvo como finalidad, generar una serie de metodologías para la creación de parte de la base de datos geográfica que requiere el plan regulador para el cantón de Jiménez para contribuir con dicho proceso.

## **2. OBJETIVOS**

### **Objetivo General:**

Generar una base de información geográfica para crear el plan regulador del cantón de Jiménez, Cartago, Costa Rica.

### **Objetivos Específicos:**

1. Realizar un diagnóstico de las capas que requiere el plan regulador de la Municipalidad de Jiménez.
2. Generar un conjunto de metodologías para crear, actualizar y organizar las capas seleccionadas.
3. Transferir a los funcionarios la metodología para crear y actualizar las capas geográficas de relevancia para el ordenamiento territorial de la Municipalidad de Jiménez.

### **3. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **2.1. Crecimiento poblacional**

##### 3.1.1 Historia en Costa Rica

El número de habitantes en Costa Rica ha sufrido cambios a lo largo de la historia hasta obtener un número actual de 5 000 000 de habitantes (Rodríguez, 2018). Uno de los cambios más importantes de expansión demográfica se presentó en el siglo XIX, cuando la población se quintuplicó y llegó a un número de 250 000 habitantes. Dicho aumento de la población a través de los años y hasta llegar al número actual, engloba tres componentes importantes: la disminución de la mortalidad y aumento de la esperanza de vida, las altas tasas de natalidad y el gran número de migraciones de países vecinos (Rosero, 2003).

Actualmente la disminución de la natalidad se debe a los avances científicos con respecto a los métodos anticonceptivos, los bajos niveles de nupcialidad con una tendencia a la baja y el postergar la edad para iniciar una vida familiar. Con respecto al factor mortalidad, este disminuye debido a los avances médicos y la detección temprana de enfermedades. Sin embargo, las causas principales de muerte no difieren mucho de los años 90 (INEC, 2015).

Por otra parte, el aumento de migraciones en Costa Rica cada día es mayor, principalmente de países como Jamaica y Nicaragua (Rosero, 2003). Un 75% de la población emigrante corresponde a nicaragüenses y el 25% restante corresponde a personas de países con conflictos como lo son Venezuela y Colombia, además del aumento de migrantes jubilados de los Estados Unidos y de países Europeos (Dirección General de Migración y Extranjería, 2017).

##### 3.1.2 Historia en Jiménez

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, la población del cantón de Jiménez muestra un crecimiento de 623 habitantes del censo del año 2000 al censo

del año 2011. Donde el distrito de Tukurrique es el que muestra mayor crecimiento poblacional con 588 habitantes; seguido del distrito de Juan Viñas con un aumento de 165 y por último el distrito de Pejibaye disminuyó su población en 130 personas. El número total de habitantes por distrito para ambos años se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Número de habitantes por distrito del cantón de Jiménez para los censos realizados en el año 2000 y 2011.

<b>Distrito</b>	<b>2000</b>	<b>2011</b>
Juan Viñas	6 387	6 552
Tukurrique	4 284	4 872
Pejibaye	3 375	3 245
Total	14 046	14 669

### 3.1.3 Consecuencias del crecimiento poblacional

Velásquez (2004) señala que el aumento poblacional posee una relación directa con problemas sociales, económicos y ambientales, que se relacionan entre sí; lo que afecta la sostenibilidad de una ciudad específica. Estos problemas se ven representados en desigualdad y pobreza, aumento en la metropolización y aumento de crisis o dificultades económicas. Por otra parte, dichos problemas generan asentamientos en zonas ambientales riesgosas y cuando se generan dificultades climáticas, la población que vive en estas zonas se ve altamente afectada.

La desigualdad mencionada anteriormente, afecta al acceso a tierras urbanas, utilización de servicios generales, capacidad de búsqueda de trabajo, entre otros. El acceso a tierras urbanas por parte de la población en desventaja, se da en la periferia de los centros desarrollados, disminuyendo la capacidad de acceso a los servicios generales, construcción de infraestructura, atención de los gobiernos locales y aumento del riesgo de afectación por desastres naturales. Además, es de suma importancia rescatar que la mayoría de los casos se encuentran en zonas de alto valor ecológico y escaso valor de mercado del cantón (Velásquez, 2004).

## **3.2 Ordenamiento Territorial**

### **3.2.1 Definición**

El ordenamiento territorial (OT) se define como el instrumento del estado para adquirir de esta forma la democracia, tomando en cuenta las directrices nacionales y velando por el bienestar nacional por medio de la distribución poblacional, el desarrollo social, económico y político; y tomando en cuenta los recursos naturales y la protección del medio ambiente (Hernández, 2010).

Años atrás, el ordenamiento territorial perdió credibilidad, debido a que existía un desfase temporal y falta de eficiencia entre lo planteado y la realidad urbana. Sin embargo, actualmente se trabaja con propuestas novedosas para lograr una planificación estratégica y flexible, donde haya participación de todos los involucrados y se logre crear un instrumento integral (Montes, 2001).

La definición de ordenamiento territorial ha cambiado a lo largo de los años y puede ir orientada a distintos puntos de vista. Por ejemplo a nivel ambiental, se reconoce la existencia de conjuntos naturales representados en paisajes desde zonas montañosas hasta las costas; y cómo estos se pueden ver afectados por perturbaciones e impactos de la sociedad de forma directa e indirecta (Romero, Ordenes, & Vásquez, 2004).

### **3.2.2 Importancia del ordenamiento territorial**

La importancia del OT recae en la administración y organización del uso de las tierras, de acuerdo al aumento de la densidad de población, que conlleva a la expansión y un cambio de la infraestructura y los medios circundantes, aumentando la demanda de uso del suelo y por lo tanto los problemas que estos conllevan (López, 2015).

Uno de los problemas que conllevan el aumento en la demanda del uso del suelo, es la fragmentación de distintas áreas con usos extensivos determinados. Parte de las soluciones a este problema es el aprovechamiento de los recursos disponibles para impulsar un desarrollo que disminuya la cantidad de migraciones, asegure calidad de



infraestructura, opte por mecanismos que promuevan la igualdad de género y así llegar a competir con centros dominantes en el país por medio del ordenamiento territorial y sus aplicaciones (Estaba, 1999). Además, el ordenamiento territorial funciona como un instrumento para predecir, enfrentar, reconstruir y considerar zonas ambientalmente frágiles que pueden llegar a presentar una amenaza y riesgos para la población (Romero, 2010).

### **3.3. Historia del OT en el mundo**

En países Europeos y algunos países latinoamericanos como Venezuela y Bolivia, se cuenta con una amplia experiencia en el ordenamiento territorial, conocimiento que puede ser de ayuda para el proceso en otros países (Cabeza, 2004). En el caso de los países europeos, manejan tanto un sistema nacional como internacional. Este es guiado por la “Carta Europea de Ordenación del Territorio” emitida por el Consejo de Europa (1983), donde se define el ordenamiento Territorial como:

“La expresión espacial de las políticas económica, social, cultural y ecológica de cualquier sociedad. Disciplina científica, técnica administrativa y acción política, concebida como práctica interdisciplinaria y global para lograr el desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio.”

Uno de los aspectos más importantes a destacar de los países europeos, es la relación existente entre las políticas ambientales y el OT; por ende se presenta una mayor integración y cumplimiento de las mismas (Cabeza, 2004). Esta relación entre políticas, es parte importante de las experiencias que pueden tomar en cuenta otros países para llevar a cabo el OT y por lo tanto se presentan casos relevantes a continuación.

En Alemania, una de las características más destacables es la descentralización de la población, ya que el estado nacional y los federales, encaminan el proceso de OT en planes regionales, provinciales y municipales. De igual forma, España y Holanda se organizan en tres niveles: federal, regional y local (Cabeza, 2004). Una de las

características de Suiza e Italia es que poseen gran cantidad de municipios, por ende, la densidad de población por cada uno es baja y presentan facilidades para el OT (Cabeza, 2004).

Por otra parte, en los países latinoamericanos el proceso de OT es una experiencia más reciente. Estos iniciaron en la época de los años 90 debido a la Conferencia de Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos Hábitat II, llevada a cabo en Estambul (Montes, 2001). Sin embargo, anteriormente se habían desarrollado otras formas de posible ordenamiento territorial a partir de los años 40, como lo fue la regionalización, el desarrollo de las cuencas hidrográficas y los polos de crecimiento. La descentralización empezó en los años 80 debido a las estrategias de mercado que requerían de eficiencia (Massiris, Espinoza, Ramírez, Rincón, & Sanabria, 2012).

Países como Colombia, Brasil, Argentina, Costa Rica, Cuba, Puerto Rico y Panamá se han caracterizado por la planificación física por medio de las municipalidades con un énfasis urbanístico. En países como El Salvador, Guatemala, Honduras, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay, ha prevalecido un énfasis ambiental y la protección de los recursos naturales. En México y Chile se enfocan en una planificación socioeconómica con un énfasis urbanístico o regional. Y por otra parte, Bolivia, Ecuador, Nicaragua y Venezuela se encuentran redefiniendo su enfoque (Massiris, Espinoza, Ramírez, Rincón, & Sanabria, 2012).

La principal diferencia entre los países europeos y los latinoamericanos, es la debilidad de reglamentación y políticas. En Europa existe reglamentación específica para el ordenamiento territorial, mientras que en América Latina no existen leyes específicas y es conducido por una serie de normativa ambiental, sectorial y de descentralización. La mayoría de leyes son subnacionales, específicas en aprobación, o como se mencionó anteriormente, leyes no específicas. Por otra parte, en la cultura latina, aunque existan las leyes muchas veces no se cumplen, como sí sucede en los países europeos, ya que existen sanciones de por medio. Por ende la creación de leyes

específicas no es la única solución al problema (Massiris, Espinoza, Ramírez, Rincón, & Sanabria, 2012).

### **3.4. Historia de OT en Costa Rica**

El ordenamiento Territorial inicia en el país a mitad del siglo XX, en el momento que en la Ley de Planificación Urbana 4220 se crea el Instituto Nacional de Viviendas y Urbanización. Es ahí donde incita la creación de los planes reguladores para ciertos municipios. Posteriormente se da la creación del Plan GAM en 1982, como la primera herramienta para la creación del Plan Regulador (PR). Además, se obliga a la creación del Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDU) y el Plan Urbano del Área Metropolitana por medio de la Oficina de Planificación del Área Metropolitana (OPAM). Este último, fue el mayor ímpetu en el tema de planificación urbana con el fin de proponer una estrategia para el desarrollo futuro de la GAM (MIVAH, 2008).

Para el año 2000 con soporte del INVU, se crea el Consejo Nacional de Planificación Urbana (CNPU) y la Secretaría Técnica del Plan Nacional de Desarrollo Urbano, para la creación del PNDU. Parte de las responsabilidades del CNPU es la creación del Plan Regional Urbano del GAM (PRUGAM), el cual tiene como objetivo “mejorar la eficiencia del sistema urbano del Valle Central, principal espacio económico costarricense, reduciendo los actuales costos ambientales, sociales y económicos, derivados de un modelo territorial irracional e insostenible” (MIVAH, 2008).

En el año 2007 se creó el Manual de procedimientos para la elaboración y redacción de Planes Reguladores, que posteriormente fue remplazado por el Manual de Planes Reguladores como Instrumento de Ordenamiento Territorial en el año 2017.

### **3.5. Planes Reguladores**

#### **3.5.1 Concepto**

En el Manual de Planes Reguladores como Instrumento de Ordenamiento Territorial (2017) define el Plan Regulador como:

Instrumento de planificación y gestión a nivel local, en el que se define en un conjunto de planos, mapas, reglamentos, y cualquier otro documento, gráfico o suplemento, la política de desarrollo urbano y los planes de distribución de la población, usos del suelo, vías de circulación, servicios públicos, facilidades comunales, construcción, renovación urbana, entre otros.

Además, se define el plan regulador como el instrumento que utiliza la comunidad para, avalar la expansión urbana con respecto a las prioridades y modalidades de expansión territorial en un momento dado. Todo lo anterior por medio de una serie de normas que van a mediar la relación existente entre los centros poblacionales, su medio circundante y principalmente el uso del suelo, tanto en espacio público como privado y en aspectos funcionales como morfológicos. Por medio del plan regulador se destinan sitios para la expansión urbana y sitios donde esta se restringe (Rojas, Muñoz & Jaque, 2008). Este instrumento regula o prohíbe ciertos usos que se les da a los suelos; así como ciertas características como el límite urbano, límite de altura, líneas divisorias, etc. (Edwards, 1994). El inicio de la utilización de los Planes Reguladores, se da por medio de la Ley de Planificación Urbana 4240 (1968); sin embargo, había una ausencia generalizada en la elaboración y disposición de estos, por lo tanto fue así como el PLAN GAM 1982 dio las pautas para los primeros parámetros urbanos y las obligaciones municipales (Martínez, 2015).

Cabe resaltar que en el país, los cantones con aprobación del Plan Regulador poseen cierta ventaja con respecto a la Evaluación de Impacto Ambiental, ya que disponen de la aprobación de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA) con respecto al uso del suelo y la variable ambiental. De esta forma disminuye el tipo de categoría a utilizar para presentar la evaluación de impacto ambiental en proyectos cuando así se requiera (Manual de Instrumentos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual EIA)-Parte II , 2016).

### 3.5.2 Leyes relacionadas

Actualmente el país no cuenta con una Ley de Ordenamiento Territorial, pero sí cuenta con una serie de leyes con incidencia de manera directa en el tema. Dentro de las dichas leyes, se encuentran dos fases importantes: ambiental y urbana. Donde la fase urbana se da antes de 1995 y la fase ambiental posterior a este año; todo en relación con la creación de leyes y políticas (Estado de la Nación, 2015).

Dentro de las principales leyes según el Estado de la Nación (2015) con influencia directa sobre el ordenamiento territorial, se encuentran:

- Ley de Planificación Urbana N°4220 emitida en 1968. Posee las normas fundamentales para el desarrollo urbano y la elaboración de Planes Reguladores.
- Ley sobre la Zona Marítimo Terrestre N°6043 emitida en 1977. Esta ley provee los lineamientos sobre protección, manejo y administración de la zona marítima terrestre.
- Ley Orgánica del Ambiente N°7554 emitida en 1995. Provee las pautas generales sobre la política nacional de ordenamiento territorial.
- Ley Forestal N°7575 emitida en 1996. Establece las zonas de protección de bosques y cuerpos de agua.
- Ley de Biodiversidad N°7778 emitida en 1998. Establece las bases de manejo, protección y conservación de la biodiversidad del país.
- Ley de Uso, Manejo y Conservación del Suelo emitida en 1998. Provee las bases para la planificación del uso del suelo para actividades agrícolas y agropecuarias.
- Ley Nacional de Emergencias y Prevención del Riesgo N°8848 emitida en 2003. Prevenir desastres naturales mediante la planificación del uso del suelo.

Por otra parte, en el Manual de Planes Reguladores como Instrumento de Ordenamiento Territorial (2017), se vinculan otras leyes relacionadas con el ordenamiento territorial, como las siguientes:

- Constitución Política de la República de Costa Rica emitida en 1949. Establece la potestad de los gobiernos locales de administrar servicios locales e intereses del cantón.
- Ley Orgánica del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo N°1788 emitida en 1954. Se crea el INVU y se le asigna competencias en la planificación territorial.
- Ley de Planificación Nacional N°5525 emitida en 1974. Establece los objetivos del Sistema Nacional de Planificación.

Otra normativa relacionada es la siguiente:

- Código Municipal, N°7794 de 30 de abril de 1998.
- Ley de Catastro Nacional, N°6545 de 25 de marzo de 1981 y su Reglamento, Decreto Ejecutivo N°34331 del 27 de setiembre del 2008.
- Ley General de Caminos Públicos, N°5060 de 22 de agosto de 1972.
- Ley de Construcciones, N°833 de 2 de noviembre de 1949.
- Ley de Aguas, N°276 de 27 de agosto de 1942.
- Reglamento de Construcciones, del INVU aprobado en sesión N°4290 de 4 de marzo de 1993.
- Política Nacional de Ordenamiento Territorial 2012-2040, Decreto Ejecutivo N°37623-PLAN-MINAET-MIVAH de 10 de mayo del 2013.
- Entre otras.

### 3.5.3 Nuevo Manual de Planes Reguladores

El Manual de Planes Reguladores como Instrumento de Ordenamiento Territorial (2017) pone a la disposición los procedimientos para la elaboración de Planes Reguladores como instrumento para lograr e implementar el ordenamiento territorial

en los municipios. Además, informa sobre los conceptos con respecto al ordenamiento jurídico vigente, los acatamientos obligatorios y los de carácter orientador. Dentro del manual se toman en cuenta: a) aspectos generales: para el entendimiento del mismo y los objetivos que tiene, b) aspectos jurídicos: donde menciona la reglamentación y normas que se deben acatar y tomar en cuenta a la hora de realizar el PR, c) marco conceptual: trata conceptos generales necesarios para comprender e implementar el manual, d) elaboración del Plan Regulador: donde se especifica el procedimiento para la elaboración del PR, e) gestión del plan regulador: donde se especifica el procedimiento para la gestión del PR y por último f) anexos: donde se encuentran ciertos instrumentos que son complementarios a la elaboración del Plan Regulador.

### **3.6. Bases de datos de información geográfica**

Las bases de datos de información geográfica se definen como un conjunto de datos que al ser analizados y procesados permiten obtener información. Esta información debe ser estructurada y organizada, para ser utilizada posteriormente y su manejo se da por medio de archivos computacionales (Escalante, Llorente, Espinosa, & Soberón, 2000).

El Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica (s.f) define las bases de datos como “conjunto de datos geográficos organizados de tal manera que permiten la realización de análisis y la gestión del territorio dentro de aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica (SIG).”

El uso de este tipo de bases de datos está incrementando rápidamente y es muy utilizado, debido al bajo costo que estas representan. Además, que se pueden analizar grandes coberturas de áreas en un formato digital que puede ser ingresado a los sistemas de información geográfica. Por lo tanto presenta gran cantidad de facilidades para el usuario que las utilice (Lunetta et al, 1991).

### **3.7. Uso de los SIG en el OT**

El uso de los SIG ha venido en aumento a lo largo de los años, debido a la gran cantidad de facilidades que estos brindan (Aliaga, 2006). Para lograr el ordenamiento territorial de una buena forma se requieren tecnologías avanzadas como lo son los SIG y la teledetección para lograr una gestión, uso adecuado y alcanzar un buen desarrollo económico y social de la mano con el ambiente. Los SIG tienen la capacidad de analizar los datos geográficos de un problema específico y así, resolver la planificación territorial y ambiental (Bosque & García, 2000).

El análisis de información para el ordenamiento territorial se realiza con rapidez y flexibilidad; en estos se puede recolectar información dispersa, descrita y almacenada en diferentes formatos. Además, la toma de decisiones para el OT con SIG, es importante debido a la rápida manipulación de los datos y las bases de datos con gran cantidad de información (Jaimes & Plata, s.f).

### **3.8. Aplicación y complementos al momento de trabajar con los SIG**

Algunas de las aplicaciones de los SIG que se pueden utilizar son las siguientes:

La georreferenciación hace referencia a asignar información geográfica válida a objetos que no la poseen para ser empleados en análisis espacial (Pascal, De Battista & Herrera, 2016). Es un proceso que permite determinar la ubicación de un elemento en un sistema de coordenadas diferente al que se encuentra; se utiliza normalmente en los SIG para asignar a imágenes vectoriales y ráster, un sistema de proyección que se desconoce (Dávila, & Camacho, 2012).

Digitalización corresponde a dibujar por medio de las herramientas de QGIS en una imagen satelital o fotografía aérea, la información de la cobertura que se desea.

El levantamiento de puntos con GPS corresponde a desplazarse a un lugar específico donde se requiere información geográfica y por medio de este dispositivo, tomar la información para posteriormente ser analizada y procesada.



El geoprocesamiento de capas corresponde a realizar distintos procesos como recortes, uniones, difusiones, entre otros; con las capas vectoriales disponibles.

Otras herramientas importantes a destacar son los modelos cartográficos y los tutoriales. Estos documentos son una guía en los cuales, por medio de un lenguaje simple y en el caso de los tutoriales, imágenes, se explican los pasos realizados para obtener un producto final, para posteriormente replicar el proceso o modificarlo para obtener un resultado similar.

Además, los metadatos que en palabras sencillas son datos sobre los datos, en donde se describe en contenido, calidad, formato y características importantes para acceder y localizar fácilmente los datos geográficos. Estos se suelen publicar por medio de páginas o catálogos en línea como lo es el Servicio Nacional de Información Territorial (SNIT) (Sánchez, Noguera, & Ballari, 2008). Los metadatos están compuestos por estructuras estandarizadas donde se especifica el autor, las restricciones de uso, mantenimiento y demás, para facilitar la búsqueda de estos y la confiabilidad de los datos (Santos, & Orozco, 2006).

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Área de estudio

El cantón de Jiménez se ubica en los límites del Valle del Guarco y los distritos limitantes corresponden a Alvarado, Paraíso y Turrialba. Lo componen tres distritos: Tucurrique, Pejibaye y Juan Viñas; siendo este último la cabecera de cantón. Posee una extensión de 286,43 km<sup>2</sup> y una población estimada de 16122 habitantes (Unión Nacional de Gobiernos Locales, 2018).

Es esencialmente montañoso y con poca población, donde domina la cuenca del Río Reventazón-Parismina y sus afluentes. La producción principal es de caña de azúcar y café con menor medida. La altitud oscila entre los 750-1950 m.s.n.m (INDER, 2014).

#### División Político-Administrativa del cantón de Jiménez, Cartago, Costa Rica

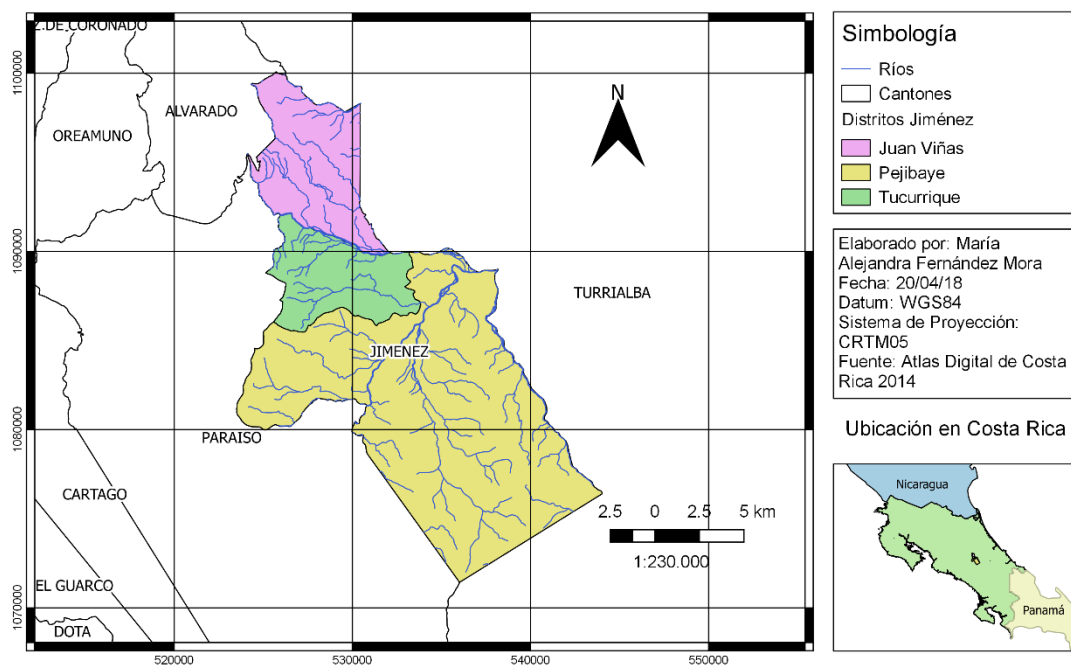


Figura 1. División político-administrativa del cantón de Jiménez.

## **4.2 Selección de capas a elaborar y actualizar**

Después de conocer la información disponible, se realizó una lista en el programa Excel, con las capas que se debían generar según las especificaciones del manual de planes reguladores. A partir de esta lista, se clasificaron en las categorías “No Aplica” (NA) y “Aplica” (A) según los requerimientos del territorio, por ejemplo una de las capas clasificadas como NA correspondían a amenazas costeras. Seguidamente se realizó otra clasificación de las capas aplicables en donde se definió la potencialidad de crearlas. Se identificaron tres subclases: Alta, Media y Baja. Dicha clasificación dependió de la cantidad de información para crear la capa, el tiempo disponible y/o el trabajo de otros profesionales expertos en el tema.

## **4.3 Diagnóstico de capas disponibles**

Se realizó una serie de reuniones con el personal de la municipalidad de Jiménez y personas relacionadas con la comisión del plan regulador para recolectar la información geográfica disponible. Dentro de esta etapa se identificó cada una de las capas existentes que posee la Municipalidad, correspondientes al cantón de Jiménez. Se analizó el sistema de proyección, normas de recomendación utilizadas y los cambios que se han presentado desde la elaboración de las capas hasta la actualidad (esto para conocer el estado de las capas y planificar su elaboración).

## **4.4 Corrección y creación de capas**

Con la información recolectada y disponible del territorio de Jiménez, se procedió a aplicar las recomendaciones que se muestran en el Anexo 1. Estas recomendaciones incluyen aspectos relacionados con el sistema de proyección, información contenida en la tabla de atributos y nombre de las capas.

Para la creación de las nuevas capas, se utilizaron distintos métodos como digitalización, levantamiento de puntos con GPS, geoprocesamiento de capas y selección de información disponible en la municipalidad, el Atlas Digital de Costa Rica

y el SNIT. Dentro de las capas generadas, la capa del uso del suelo fue la que más trabajo conllevó, por lo tanto su procesamiento se muestra en el punto 4.4.1.

#### 4.4.1 Capa de uso del suelo: Clasificación supervisada

##### *Obtención de la imagen satelital*

Se dispuso de la imagen aérea a utilizar con la menor cantidad de nubes y sombras, para obtener un mejor resultado final, la cual se descargó de la página del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Dicha imagen correspondió a una Landsat 8 con resolución espacial de 30 metros para las bandas de la 1 a la 9, excepto la banda 8 llamada pancromática que presentó una resolución de 15 metros. Además, también se descargaron los metadatos para poder realizar la corrección atmosférica. La fecha de la imagen corresponde al 26 de enero del 2017.

##### *Pre procesamiento de la imagen satelital*

En el caso de la imagen utilizada, descargada de la USGS, ya poseía un tipo de corrección geométrica que incluía la georreferenciación y orto rectificación. Sin embargo, se le realizó la corrección atmosférica, que consistió en disminuir y eliminar las partículas que el sensor captó de la atmósfera y también la reflectancia generada por la interacción de estos dos componentes. Este procedimiento se realizó con el programa QGIS 3.0 con el complemento Semi-Automatic Classification.

##### *Procedimiento para la clasificación de uso del suelo*

Con el programa QGIS 3.0 se dividió el cantón en tres segmentos correspondientes a los distritos y dentro de estos segmentos se crearon seis rutas de aproximadamente 40 km; para cubrir la mayor cantidad de área y obtener datos de forma homogénea a lo largo del cantón. Una vez realizado el procedimiento anterior, se llevaron a cabo ocho giras de campo en donde se tomaron puntos con el GPS cada 500 metros. En cada una de estas paradas, se tomó información de las coordenadas "X" y "Y" en CRTM05, la cobertura y el uso del suelo a 50, 100 y 150 metros por medio del

documento llamado Sistema de clasificación del uso y la cobertura de la tierra para Costa Rica Versión 1.1 (Grupo G6, 2018). Además, se tomaron los datos del azimut e información para verificar el uso y cobertura como fotografías, altura del bosque, especies indicadoras y observaciones en general. Este procedimiento se realizó hacia ambos lados de la carretera. Se recolectaron aproximadamente 600 puntos.

Se descargaron los puntos tomados con GPS en la computadora en su formato predeterminado (gpx), se subieron al programa QGIS y en la tabla de atributos se creó una columna nueva llamada "COORD" para generar las coordenadas "X" y "Y" de cada uno de los puntos. Posteriormente se guardó este archivo en formato "CSV *delimitado por comas*" para visualizarlo en Excel.

En el programa Excel se calcularon las coordenadas reales a 50, 100 y 150 metros, por medio de las fórmulas propuestas por Jiménez (s.f):

$$X_r = X_c + \sin A * Distancia$$

$$Y_r = Y_c + \cos A * Distancia$$

$X_r$  y  $Y_r$ : Son las coordenadas reales a 50, 100 y 150 metros.

$X_c$  y  $Y_c$ : Son las coordenadas conocidas, tomadas con el GPS.

A: Azimut en radianes.

Distancia: 50, 100 o 150 metros.

Se abrió este archivo (en formato CSV) en el programa QGIS y se guardó en formato *shapefile (shp)* para poder visualizar los puntos a 50, 100 y 150 metros sobre las rutas realizadas y comprobar que estuvieran bien georreferenciados.

Para obtener las clases de uso de suelo, se realizó un procedimiento llamado Clasificación supervisada con el complemento del programa QGIS 3.0 llamado *Semi-*

*Automatic Classification (SCP)* por medio del algoritmo de clasificación “Distancia mínima”.

Este proceso de clasificación supervisada consistió en que a partir de los datos obtenidos en las giras de campo se digitalizaron muestras (zonas de entrenamiento) para cada uso del suelo. Para la digitalización de las zonas de entrenamiento, se tomó en cuenta tanto la imagen satelital Landsat 8 ya corregida, la imagen satelital de Bing Aerial y el programa Google Earth, para de esta forma asegurar que la zona de entrenamiento correspondía al uso asignado en campo. Se realizaron al menos 10 zonas de entrenamiento para cada uno de los usos de tierra encontrados en campo. Para verificar que las zonas de entrenamiento realizadas de un mismo uso de tierra, estaban correctamente digitalizadas, se analizaron los gráficos denominados firmas espectrales y los estadísticos correspondientes a distancia euclidiana y Bray-Curtis similitud, para verificar que poseían el mismo comportamiento. Se realizó la clasificación del uso del suelo con las muestras de las zonas de entrenamiento correspondiente a un 70% de los datos tomados en campo.

#### *Proceso de Filtrado*

Este proceso se realizó de igual forma con la herramienta SCP por medio de “Filtrado de la clasificación” para eliminar los píxeles que quedan aislados dentro de un área con diferente clasificación. Este problema de clasificación llamado “Sal y pimienta” se mejoró con el procedimiento de filtrado; donde se determinó un umbral de tres, es decir, si menos de tres píxeles sufren este fenómeno en un área determinada, se debe eliminar y clasificar esa área como se clasificaron los ocho vecinos próximos.

#### *Validación*

Con la información de las clases de uso de la capa de puntos para validación (30% de los datos tomados en campo) y la imagen clasificada ya filtrada en formato ráster, se procedió a realizar una matriz llamada “matriz de confusión”. Se creó en el programa Excel una tabla dinámica, se colocó en las columnas el uso que cada punto posee y

en filas las clases de usos del suelo según la clasificación en la imagen, donde la diagonal mayor muestra el número de puntos de muestreo correctamente clasificados. Además se calcularon las exactitudes que se generaron en la clasificación y que se explican a continuación (Boca & Rodríguez, 2012).

La exactitud general o global se calculó como el número de unidades clasificadas correctamente, sobre el número total de unidades consideradas. Se obtuvo sumando los elementos de la diagonal divididos por el total de observaciones y se multiplicó por 100 para obtener el porcentaje.

La exactitud del clasificador o productor: Se calculó como la razón entre el número de unidades muestreadas que fueron correctamente clasificadas (diagonal) y el número de unidades que pertenecen a esa clase (datos de campo) y se multiplicó por 100 para obtener el porcentaje

La exactitud del usuario se calculó como la razón entre el número de unidades muestreadas que fueron correctamente clasificadas (diagonal) y el número total de unidades que forman esa clase en el mapa (clasificación) y se multiplicó por 100 para obtener el porcentaje

Por último, se calculó el estadístico Kappa con la siguiente fórmula:

$$K_{hat} = \frac{N * \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} * x_{+i})}{N^2 - \sum (x_{i+} * x_{+i})}$$

Donde:

r es el número de filas en la matriz.

x<sub>ii</sub> es la suma de observaciones en la fila i, y columna i (los valores en la diagonal mayor).

x<sub>i+</sub> es el total de observaciones en la fila i (el total en la fila i a la derecha de la matriz).

$x+i$  es el total de observaciones en la columna  $i$  (total en la columna  $i$  debajo de la matriz).

$N$  es el número total de observaciones o puntos de control usados en la validación.

#### 4.5 Creación de Modelos Cartográficos y tutoriales

Se realizaron tutoriales de las capas generadas y actualizadas. Fueron creados para que los funcionarios de la municipalidad puedan replicar y entender el proceso de creación y actualización de las capas. Una vez que se generaron los tutoriales, se crearon modelos cartográficos de las capas más complejas. En los modelos se documentaron los procesos, para que estos puedan ser utilizados en el futuro y el procedimiento sea entendido de una mejor manera.

#### 4.6 Metadatos de las capas generadas

En un documento de Excel (Figura 2) se crearon los metadatos de las capas generadas. La información de cada uno de los metadatos, se basó en la plantilla que posee el geoportal del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT).

Eje	Tema	Variable	Nombre de la capa	Tipo de representación espacial
Físico espacial	Estructura y morfología urbana			
	Vialidad y movilidad			
	Facilidades comunales			
	Áreas Verdes			
	Servicios públicos			
	Vivienda			
	Patrimonio Arquitectónico e			
	Uso actual del suelo			

Figura 2. Sección del archivo de Excel, de los metadatos.



#### 4.7 Elaboración de la plantilla para mapas

Se tomó en cuenta la plantilla propuesta por Ruiz (2014) para los mapas del Atlas del Plan GAM 2013 y se propuso el diseño que se muestra en la Figura 3 para la elaboración de futuros mapas.

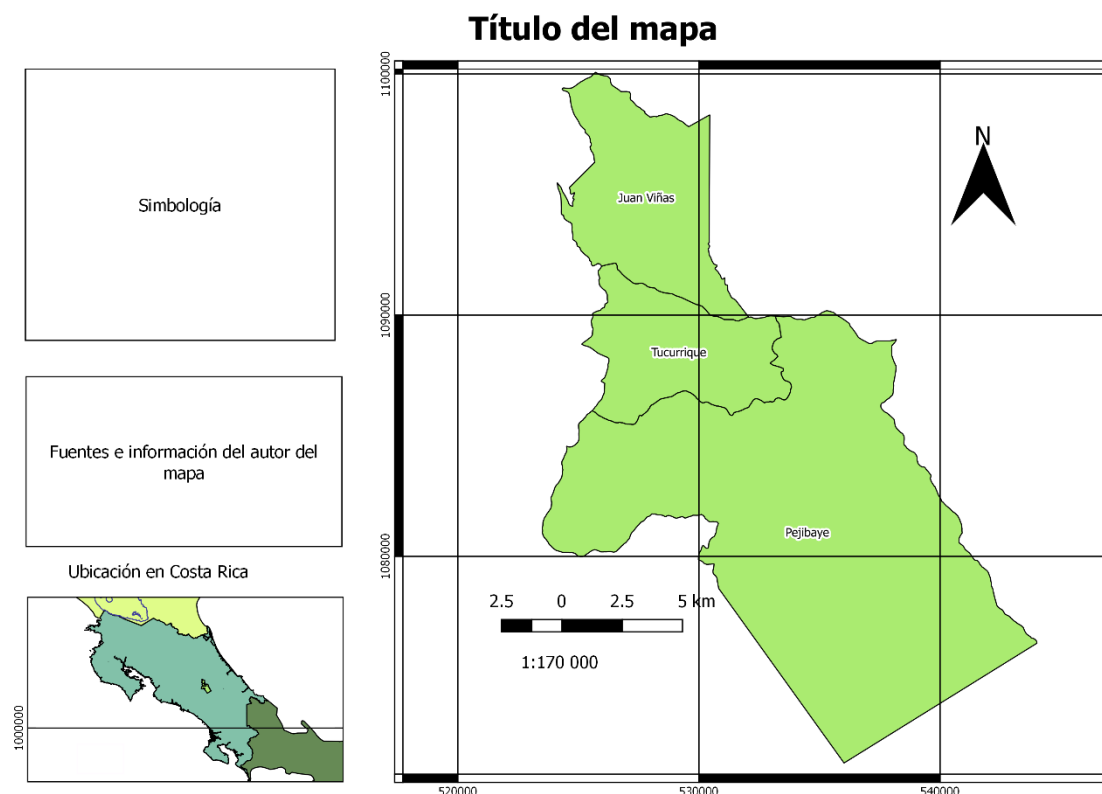


Figura 3. Plantilla para los mapas del plan regulador de Jiménez.

#### 4.8 Elaboración del sistema de estandarización de carpetas

Se creó una carpeta llamada “ATLAS\_PR” en donde se incluyeron seis carpetas que representaron los distintos ejes (físico espacial, social, económico, político institucional y ambiental) según el Manual de Planes Reguladores. Dentro de estas carpetas se incluyeron subcarpetas con todos los temas relacionados a cada eje. Cada tema posee diferentes variables a ser analizadas, por lo que cada una tenía su carpeta y a su vez,

contenían cuatro subcarpetas correspondientes a los archivos shape utilizados, los ráster (que son imágenes satelitales o modelos de elevación digital), los mapas y una carpeta de documentos (Figuras 4).

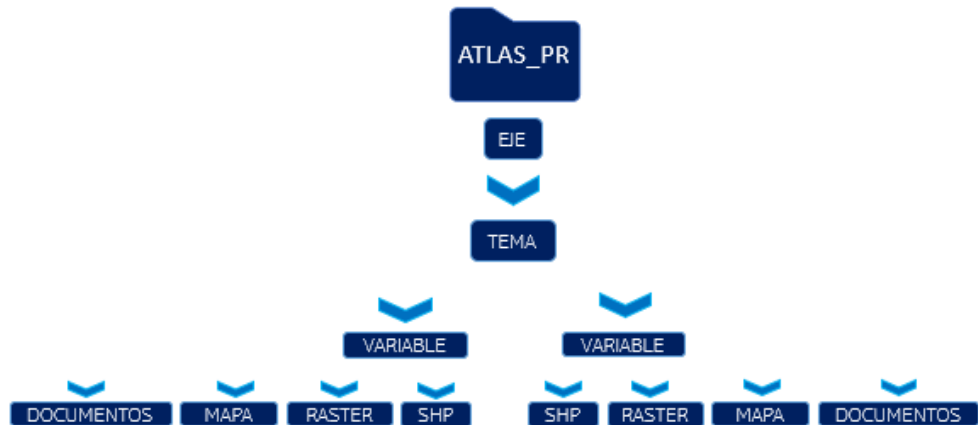


Figura 4. Sistema de estandarización de carpetas utilizado.

#### 4.9 Capacitación de personal

Se realizó una capacitación para asegurar que el proceso de actualización e incorporación de la nueva información geográfica al Atlas Digital del Cantón de Jiménez, se realice de una manera correcta donde la información generada, posea el mismo formato planteado en este trabajo y presente la calidad requerida por parte de la Municipalidad de Jiménez. En el proceso de capacitación, se realizó una presentación introductoria del trabajo, los temas por desarrollar y las normas de recomendación que se deben seguir para procesar y guardar información geográfica. Además, se crearon dos laboratorios junto con su base de datos para que los asistentes los desarrollaran.

## **5. RESULTADOS**

### **5.1 Selección de capas a elaborar**

A partir del análisis del Manual de Planes Reguladores publicado en el 2018, se creó la lista de las capas que se requieren para la elaboración. Una vez creada la lista, se procedió a clasificar en las dos categorías: “Aplica” (A) o “No Aplica” (NA). Dentro de las capas que no aplicaban, se encontraron las de zonas marítimas, ciclovías, líneas férreas y asentamientos irregulares. Las capas en condición “Aplica” se categorizaron en prioridad alta, media o baja; dependiendo del tiempo disponible, la capacidad para realizarlas y el trabajo de otros profesionales requeridos. Sin embargo, el propósito era generar todas las capas con prioridad alta y media. La lista de capas y su priorización se encuentra en el Anexo 2.

### **5.2 Diagnóstico de información geográfica**

Dentro del diagnóstico de información geográfica realizado en la Municipalidad de Jiménez, se detectó información correspondiente en su mayoría a catastro, capas de vías cantonales, ríos, áreas silvestres protegidas, curvas de nivel, entre otras. Sin embargo, dichas capas no poseían ningún sistema de estandarización de carpetas y de nombres de archivos. Además, muchos de los archivos encontrados no presentaban una correcta georreferenciación y sistema de proyección. Por lo tanto se procedió a eliminar todos estos y dejar únicamente los archivos con información correcta, para una posterior estandarización.

### **5.3 Generación y estandarización de las capas requeridas, creación de tutoriales y modelos cartográficos y creación de los metadatos.**

A la selección de capas finales del diagnóstico de información geográfica en la Municipalidad de Jiménez, se les realizó el proceso de estandarización, donde se definió el sistema de proyección, se analizó y corrigió la tabla de atributos según la

naturaleza de cada una de las capas y se guardaron en carpetas específicas para un mayor orden. La lista de capas finales corregidas se encuentra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Lista final de capas corregidas del diagnóstico de información geográfica en la Municipalidad de Jiménez.

Nombre de la capa	Tipo capa
areas_protegidas.shp	Polígonos
curvas_nivel_10m	Líneas
curvas_nivel_50m	Líneas
distritos.shp	Polígonos
fallas.shp	Líneas
poblados.shp	Puntos
red_vial_cantonal.shp	Líneas

Para generar las capas clasificadas en las categorías alta y media, se analizaron distintas fuentes de información para obtener los datos requeridos y se realizó el trabajo de campo correspondiente.

Dentro de las fuentes examinadas se encuentran el Atlas Digital de Costa Rica 2014, el geoportal del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) y la base de datos ya estandarizada de la Municipalidad de Jiménez. Las capas utilizadas se presentan en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Capas utilizadas de cada fuente específica.

Fuente	Capas
Atlas Digital de Costa Rica, 2014	Ríos
	Cuencas
	Provincias
SNIT	Puentes
Municipalidad de Jiménez	Red vial cantonal
	Distritos

A partir de las fuentes anteriores, las capas generadas corresponden a: distritos, cabecera, puentes, ríos, cuencas y red vial cantonal.

Posteriormente, se elaboraron las otras capas seleccionadas de prioridad alta y media donde se utilizaron distintas técnicas como digitalización avanzada, fotointerpretación, toma de datos con GPS, entre otras. La información se obtuvo a partir de giras de campo e información disponible del CONAVI, MEP, INEC, entre otros.

De las capas clasificadas como prioridad alta se realizó el 100% de ellas, mientras que las clasificadas como medias, se realizó el 57,14% de la totalidad. Cabe resaltar, que un 35,71% de las capas de prioridad media, corresponden a datos que requieren información técnica de otras áreas y profesionales, por lo tanto no se elaboraron. La lista de capas de prioridad baja se planteó con el propósito de que la Municipalidad de Jiménez la tenga a disposición, para ser realizada posteriormente, con la asesoría de los profesionales encargados.

Las capas generadas corresponden a:

- Uso actual del suelo.
- Edificaciones declaradas patrimonio.
- Áreas urbanas y rurales.
- Áreas urbanas.
- Paradas de buses.
- Terminales de buses.
- Rutas de buses.
- Centros de salud.
- Centros de atención primaria.
- Centros educativos.
- Centros culturales.
- Poblados.
- Barrios.
- Instituciones gubernamentales y no gubernamentales.
- Red vial nacional.
- Red vial cantonal.
- Parques y plazas.

Para conocer los procesos de elaboración de estas capas, se realizaron tutoriales detallados, disponibles en el Anexo 4 de este documento y el procesamiento de los

datos tomados en GPS para la capa del uso del suelo en el Anexo 3. En la figura 5 y en el Cuadro 4 se muestra el mapa y los porcentajes correspondientes a cada uso del suelo de la capa.

**Mapa del uso del suelo, cantón de Jiménez, Cartago, Costa Rica, 2017**

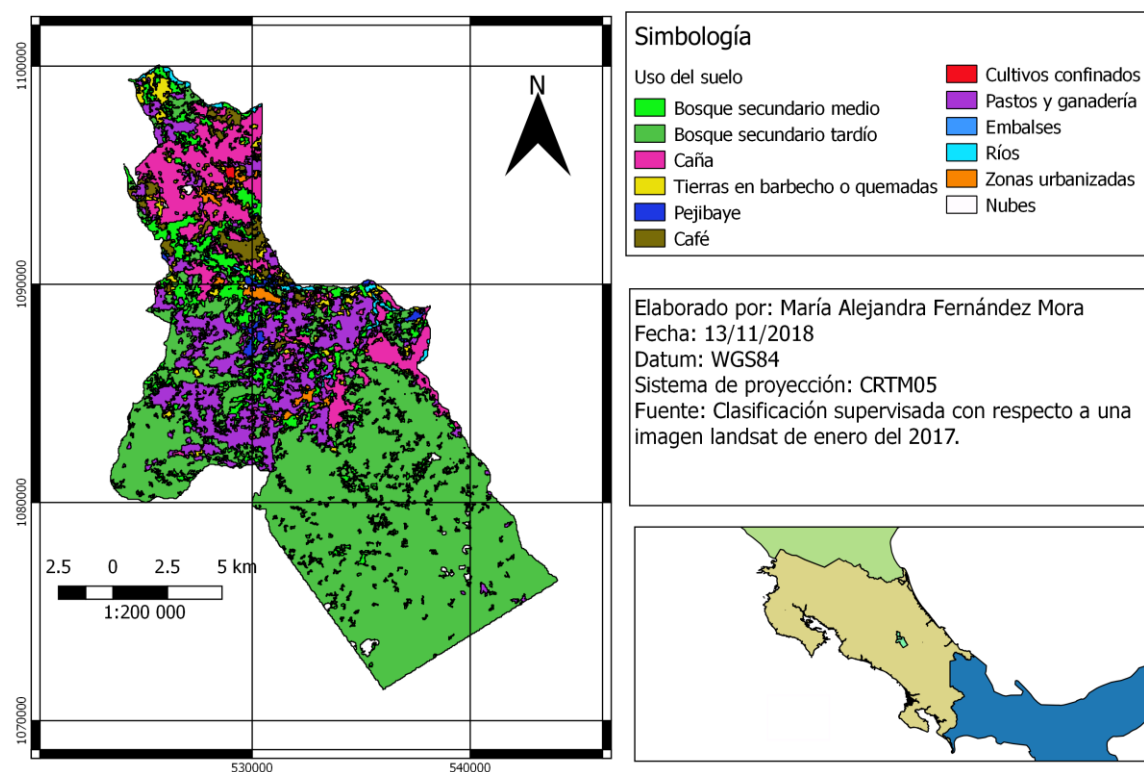








Figura 5. Mapa del uso actual del suelo, cantón de Jiménez, Cartago, Costa Rica

Cuadro 4. Usos del suelo del cantón de Jiménez y sus áreas respectivas.

Código	Uso	Color	Área (ha)	Porcentaje
1320	Bosque secundario medio		2 887,406	11,389
1330	Bosque secundario tardío		13 799,253	54,429
2110	Caña		2 775,454	10,947
2140	Tierras en barbecho o quemadas		652,499	2,574
2224	Pejibaye		235,844	0,930
2250	Café		683,741	2,697

Código	Uso	Color	Área (ha)	Porcentaje
2400	Cultivos confinados		24,509	0,097
3000	Pastos y ganadería		3 667,028	14,464
4211	Embalses		2,065	0,003
4212	Ríos		216,722	0,855
5100	Zona urbanizada		281,989	1,112
7200	Nubes		126,226	0,498

Como se puede observar, el uso con mayor área es el bosque secundario (1320 y 1330) con un 65,818%. Esto debido a que en el distrito de Pejibaye se encuentran las siguientes áreas silvestres protegidas: Refugio de Vida Silvestre La Marta, Parque Nacional Tapantí- Macizo Cerro de la Muerte, Reserva Forestal Río Macho y la cuenca del Río Tuis. Todas abarcan gran área boscosa de la zona, formando parte del Corredor Biológico Cordillera Volcánica de Talamanca (Consejo Territorial de Desarrollo Rural, 2015).

El segundo uso con mayor área corresponde a pastos y ganadería con un 14,464%, que se encuentran de igual forma en el distrito de Pejibaye. Dentro del resto de actividades económicas presentes en el cantón, se encuentran la caña, el café y el pejibaye en menor cantidad (Consejo Territorial de Desarrollo Rural, 2015). Los terrenos dedicados al cultivo de caña y café se encuentran principalmente en el distrito de Juan Viñas, debido a que se encuentra la Hacienda Juan Viñas, dedicada a la producción de azúcar y café (tercer y cuarto con mayor área, respectivamente).

Con respecto al quinto uso con mayor área, se encuentran las zonas urbanizadas, que corresponden a las partes centrales de los tres distritos con un 1,11%. La mayor población dentro de estas zonas se encuentra en el distrito de Juan Viñas con un total de 6552, seguido de Tucurrique con 4872 habitantes y Pejibaye con 3245 habitantes (INEC, 2011).

El cultivo del pejibaye presenta poca área debido a que se limita prácticamente al distrito de Tucurrique y con respecto a los cultivos confinados, se encuentran muy pocos en el cantón, pero distribuidos a lo largo de este. Las tierras en barbecho,

muchas veces son identificadas como sitios de caña que ha sido cortada por lo tanto, es reconocido de esta forma. Sin embargo es importante rescatar que la diferencia en fechas del trabajo de campo realizado en el mes de agosto del presente año y la fecha de la imagen satelital utilizada, correspondiente a enero del 2017, es un factor importante a tomar en cuenta. Dentro de los ríos se ubican principalmente el Reventazón y Pejibaye, que juntos con otros, abarcan 216,72 hectáreas a lo largo del cantón.

Con respecto al proceso de validación de esta capa, se realizó por medio de la matriz de confusión (Cuadro 5) donde se obtuvo una exactitud general de 82,01% que corresponden al número de unidades clasificadas correctamente. La matriz de confusión compara la información generada de la base cartográfica, con información tomada en campo para asegurar una correcta clasificación, donde las filas representan los datos tomados en campo y las columnas los datos del mapa o clasificación. La diagonal que se genera entre estas, representa la cantidad y concordancia de datos correctamente clasificados que se utilizan para calcular la exactitud general (François, Díaz-Gallegos, & Pérez, 2003). No se establece un porcentaje de exactitud o veracidad correcta, sin embargo Fallas (1996) considera que valores entre 85-90 porciento son considerados satisfactorios. A pesar de ello, resalta que es necesario no solo considerar la exactitud general, sino también, la exactitud del usuario y del clasificador para de esta forma conocer el error al que se incurre al utilizar estos datos geográficos.

Debido a que se obtuvo un valor de 82,01%, por debajo de los valores satisfactorios, se analizaron los puntos de validación y se encontró una mala asignación de uso en campo para ciertos de estos, por lo tanto se procedió a cambiar la información errónea, siempre y cuando se contara con una justificación válida. Los errores encontrados en estos puntos de validación responden a la diferencia de fechas entre la toma de datos de campo y la fecha de la imagen satelital utilizada. La justificación de estos puntos de validación que cambiaron, se ubica en el Cuadro 6.



Cuadro 5. Matriz de confusión para la clasificación del uso del suelo en el cantón de Jiménez, Cartago, Costa Rica.

Código de uso	1300	2110	2140	2224	2250	2400	3100	4212	5100	Total general	Exactitud usuario
1300	53	6	2		2		16		1	80	66,250
2110		62		1	2		2		1	68	91,176
2140			1	1						2	50,000
2224				7			1			8	87,500
2250		2			16		1			19	84,211
2400						1				1	100,000
3100			1				44			45	97,778
4212								1		1	100,000
5100		2					2		11	15	73,333
<b>Total general</b>	53	72	4	9	20	1	66	1	13	239	
<b>Exactitud clasificador</b>	100,000	86,111	25,000	77,778	80,000	100,000	66,667	100,000	84,615	<b>Exactitud general</b>	82,008

Cuadro 6. Justificación de puntos de validación con clasificación incorrecta en campo y posteriormente modificados para validación.

ID	USO	USO CORRECTO	JUSTIFICACIÓN
57	1310	3100	El punto se encuentra en el límite entre el potrero y el bosque según la imagen satelital de Google Earth con fecha similar a la imagen combinada utilizada. En la imagen combinada, se observa que la mayoría del píxel se encuentra dentro del potrero, por lo tanto se clasifica como potrero y no como bosque y el punto se clasifica de igual forma.
137	1310	3100	El punto se encuentra en el límite entre el potrero y el bosque según la imagen satelital de Google Earth con fecha similar a la imagen combinada utilizada. En la imagen combinada, se observa que la mayoría del píxel se encuentra dentro del potrero, por lo tanto lo clasifica como potrero y no como bosque y el punto se clasifica de igual forma.
113	1310	3100	El punto tomado en campo se clasifica como bosque temprano, sin embargo en la imagen satelital de Google Earth se observa una transición de potrero a sucesión temprana, por lo tanto los píxeles reflejan un color similar al de potreros y lo clasifica de esta forma. Por ende, el punto cambia a 3100.
121	1310	3100	El punto se encuentra dentro de un potrero según la imagen satelital de Google Earth con fecha similar a la imagen combinada utilizada, pero está clasificado como bosque secundario temprano. Esto es debido a la diferencia de fechas entre la imagen satelital y la toma de datos, por lo tanto el uso cambió en ese lapso de tiempo y se cambia a 3100.

ID	USO	USO CORRECTO	JUSTIFICACIÓN
122	1320	3100	El punto se encuentra dentro de un potrero según la imagen satelital de Google Earth con fecha similar a la imagen combinada utilizada, pero está clasificado como bosque secundario temprano. Esto es debido a la diferencia de fechas entre la imagen satelital y la toma de datos, por lo tanto el uso cambió en ese lapso de tiempo y se cambia a 3100.
110	1310	3100	El punto se encuentra dentro de un potrero según la imagen satelital de Google Earth con fecha similar a la imagen combinada utilizada, pero está clasificado como bosque secundario temprano. Esto es debido a la diferencia de fechas entre la imagen satelital y la toma de datos, por lo tanto el uso cambió en ese lapso de tiempo y se cambia a 3100.
155	1310	3100	El punto se encuentra dentro de un potrero según la imagen satelital de Google Earth con fecha similar a la imagen combinada utilizada, pero está clasificado como bosque secundario temprano. Esto es debido a la diferencia de fechas entre la imagen satelital y la toma de datos, por lo tanto el uso cambió en ese lapso de tiempo y se cambia a 3100.
12	5120	2110	El punto se encuentra específicamente en el uso caña y no en zona urbanizada según la imagen de Google Earth con fecha similar a la imagen combinada utilizada. Cerca hay unas casas, sin embargo son pequeñas y se encuentran colocadas de manera longitudinal, por lo que no se ven representadas dentro del píxel de 30 X 30. La distancia en campo fue mal calculada, por lo tanto el uso asignado a dicho punto también.

Una vez que se modificaron estos puntos, se volvió a realizar la validación de la capa de uso del suelo, la cual mostró una exactitud de 85,48% (Cuadro 7), la cual se encuentra dentro de los valores catalogados como satisfactorios.

Cuadro 7. Matriz de confusión modificada para la clasificación del uso del suelo en el cantón de Jiménez, Cartago, Costa Rica.

Códigos de uso	1300	2110	2140	2224	2250	2400	3100	4212	5100	Total general	Exactitud usuario
1300	53	6	1		2		9		1	7	73,611
2110		63	1	1	2		2			69	91,304
2140			1	1						2	50,000
2224				7			1			8	87,500
2250		2			16		1			19	84,211
2400						1				1	100,000
3100			1				53			54	98,148
4212								1		1	100,000
5100		2					2		11	15	73,333
<b>Total general</b>	53	73	4	9	20	1	66	1	12	241	
<b>Exactitud clasificador</b>	100,000	86,301	25,000	77,778	80,000	100,000	80,303	100,000	91,667	<b>Exactitud general</b>	85,477

La exactitud del clasificador muestra el porcentaje de veces que un uso específico del suelo en el mapa, sí corresponde a ese uso en la cobertura terrestre (Secretaría del Ambiente Paraguay, 2016). En el Cuadro 7 se puede observar que los usos que presentan una exactitud menor a 80% son el uso 2140 que corresponde a “Tierras en barbecho o quemadas” y el 2224 que corresponde a “Pejibaye”. Es importante resaltar que el uso 2140 contaba con muy pocos puntos para la validación por lo tanto el valor tiende a ser bajo (25%) ya que solamente uno, se clasificó como debía. El resto de usos, es mayor al 80% por lo tanto, se pueden considerar como satisfactorios.

Con respecto a la exactitud del usuario, muestra el porcentaje de veces que un uso específico del suelo es identificado según los datos de la imagen satelital (Secretaría del Ambiente Paraguay, 2016). En el Cuadro 7, se puede observar que los valores de esta exactitud son más bajos. El valor más bajo es de 50%; específicamente para el uso 2140 (Tierras en barbecho o quemadas). Otros usos con valores menores a 80% corresponden 1300 y 5100 que corresponde a “Bosque secundario” y “Zonas urbanizadas”, respectivamente.

El último estadístico calculado, correspondió a kappa, el cual presentó un valor de 0,81 e indica la distinción entre la exactitud lograda en la clasificación y la posibilidad de lograr la misma con una clasificación correcta con un clasificador aleatorio (Boca y

Rodríguez, 2012). Dicho valor logrado, entra en la clasificación de “Casi perfecta” según Landis y Koch en 1977.

La totalidad de capas elaboradas y estandarizadas se encuentran en el Cuadro 8

Cuadro 8. Lista de capas generadas según su categoría de priorización.

Categoría	Capas
Alta	Distritos
	Cabecera
	Área urbana
	Área urbana y rural
	Poblados
	Barrios
	Red vial nacional
	Red vial cantonal
	Centros educativos
	Centros de salud
	Centros de atención primaria
	Centros culturales
	Edificaciones declaradas patrimonio
	Cuencas hidrográficas
	Ríos
	Uso actual del suelo
Media	Puentes
	Parada de buses
	Terminales de buses
	Rutas de buses
	Parque y plazas

Todas las capas elaboradas anteriormente, están bajo el sistema de recomendaciones propuesto en el Anexo 1. Como se puede observar en la Figura 6 todas las capas fueron guardadas con el mismo formato de nombre. En la Figura 7 se observan los nombres correctos separados con espacios y las tildes de una forma correcta para cada uno de los datos.

AREA_URBANA	15/10/2018 15:10	Carpeta de archivos
AREA_URBANA_RURAL	1/10/2018 12:17	Carpeta de archivos
BARRIOS	18/10/2018 10:40	Carpeta de archivos
CABECERA	15/10/2018 15:05	Carpeta de archivos
CENTROS_ATENCION	29/9/2018 18:17	Carpeta de archivos
CENTROS_CULTURALES	29/9/2018 16:58	Carpeta de archivos
CENTROS_EDUCATIVOS	19/10/2018 19:07	Carpeta de archivos
CENTROS_SALUD	29/9/2018 15:52	Carpeta de archivos
CUENCAS	1/10/2018 14:49	Carpeta de archivos
DISTRITOS	15/10/2018 14:56	Carpeta de archivos
EDIFICACIONES_PATRIMONIO	28/9/2018 22:53	Carpeta de archivos

Figura 6. Nombre de las carpetas y las capas siguiendo el sistema de estandarización propuesto.

	ID	NOMBRE	COD_CAN	COD_DIST	COORD_X	COORD_Y
1	1	Juan Viñas	304	30401	527822.197	1094092.796
2	2	Santa Marta	304	30401	526686.576	1092495.480
3	3	La Gloria	304	30401	529547.344	1091141.914
4	4	Los Alpes	304	30401	529044.742	1093971.624
5	5	Buenos Aires	304	30401	528141.164	1094588.741
6	6	Naranjo	304	30401	525858.867	1093878.319
7	7	Alto de la Victoria	304	30401	529659.460	1094828.819
8	8	San Martín	304	30401	527881.243	1095412.553

Figura 7. Tabla de atributos siguiendo el formato de recomendaciones propuesto.

Es importante resaltar que para cada una de las capas generadas, se realizó una tabla en el programa Excel con la información requerida por el SNIT para los metadatos. Todo lo anterior, para llevar un registro de la última fecha de modificación, autor de la capa, fuentes y otras características de relevancia. Parte de dichos metadatos se encuentran en el Anexo 5.

#### 5.4 Organización de la base de datos en carpetas

El Manual de Planes Reguladores se establece los ejes a tomar en cuenta: Físico-Espacial, Social, Económico, Político-Institucional y Ambiental. Por lo tanto la organización de la base de datos se realizó de la misma forma. En la figura 8 se observa cómo están organizadas las carpetas para el eje físico espacial en el tema de Patrimonio arquitectónico e intangible.



Figura 8. Sistema de organización de carpetas.

En el caso anterior, en la carpeta llamada “SHP” se encuentran los archivos de la capa de edificaciones patrimoniales; por lo tanto, ya se puede generar el mapa que requiere el manual y realizar los documentos de análisis y demás.

El documento llamado metadatos\_snit, se guardó dentro de la carpeta “ATLAS\_PR” para tener a disposición la información de cada una de las capas disponibles como se muestra en la Figura 9.








 1_EJE_FISICO_ESPACIAL	20/6/2018 17:21	Carpeta de archivos	
 2_EJE_SOCIAL	20/6/2018 17:21	Carpeta de archivos	
 3_EJE_ECONOMICO	20/6/2018 17:21	Carpeta de archivos	
 4_EJE_JURIDICO	20/6/2018 17:38	Carpeta de archivos	
 5_EJE_POLITICO_INSTITUCIONAL	20/6/2018 17:21	Carpeta de archivos	
 6_EJE_AMBIENTAL	20/6/2018 17:21	Carpeta de archivos	
 metadatos_snit	17/10/2018 20:55	Hoja de cálculo d...	58 KB

Figura 9. Ubicación de los metadatos dentro de la carpeta de la base de datos.

## 5.5 Capacitación a los funcionarios de la municipalidad

La capacitación se llevó a cabo en la Municipalidad de Alvarado el miércoles 31 de octubre del 2018. Tuvo una duración de siete horas aproximadamente, participaron dos representantes de la Municipalidad de Jiménez y tres de la Municipalidad de Alvarado. Esta consistió en una explicación del trabajo realizado y una serie de recomendaciones para la actualización de las capas generadas. Dentro de la capacitación se realizaron dos laboratorios (Anexo 6) para asegurar la transmisión de conocimientos y un buen uso de los datos geográficos a futuro.

## 6. CONCLUSIONES

1. Con respecto al análisis del Manual de Planes Reguladores para generar la lista de capas requeridas para cada plan regulador, se encontró un total de 106 capas a ser realizadas, distribuidas en distintos ejes. Estas 106 capas se clasificaron en categoría Alta, Media y Baja. Para el cantón de Jiménez se encontraron 14 categorizadas como altas, 14 con categoría media y 78 con categoría baja.
2. Dentro del diagnóstico de información realizado en la Municipalidad de Jiménez se encontró una totalidad de siete capas georreferenciadas y con información correcta. Se analizaron otras fuentes como lo son el Atlas Digital de Costa Rica y el SNIT para obtener información necesaria para realizar ciertas capas.
3. Se realizó el 100% de capas categorizadas como alta, 57,14% como media y 0% de la categoría baja. En total se realizaron 22 capas correspondientes a un 20,75% de la base de datos geográfica. Además, se generó una serie de metodologías para la creación de capas seleccionadas de prioridad alta y media a ser realizadas. Estas metodologías se presentaron en tutoriales y modelos cartográficos para posteriormente poder ser generadas y obtener productos similares a los expuestos. Se elaboró un total de 11 tutoriales y un modelo cartográfico para las 22 capas generadas.
4. La principal capa generada fue la del uso del suelo del año 2017 del cantón de Jiménez, la cual brindó información importante sobre el área de ocupación en hectáreas de cada uno de los usos del suelo encontrados. Esta capa obtuvo una exactitud de 85,48% con respecto a la realidad en el sitio.
5. Respecto a las capas no generadas se planteó la lista para que después sean elaboradas por los funcionarios de la municipalidad u otros encargados.
6. Las recomendaciones propuestas (Anexo 1) para la organización de la información geográfica permitieron trabajar de forma eficiente y ordenada. Estas recomendaciones fueron creadas en consenso con la Municipalidad de Alvarado.



7. Cada una de estas capas elaboradas, posee los metadatos requeridos por el SNIT en un documento de Excel. Se pudo reunir información de origen, creación, descripción y demás características importantes de dichas capas.
8. Se propuso una plantilla para la elaboración de mapas futuros. Sin embargo, esta puede ser mejorada en consenso más adelante.
9. Se planteó un sistema de carpetas a ser utilizado para organizar la información geográfica para la creación del plan regulador basado en los ejes del Manual de Planes Reguladores.
10. La técnica utilizada para transferir los conocimientos necesarios para crear y actualizar las capas seleccionadas fue una capacitación. Esta tuvo una duración de siete horas y participaron dos funcionarios de la Municipalidad de Jiménez. Específicamente a la Gestora Ambiental y el encargado del Departamento de Catastro, valoraciones y construcciones.

## **7. RECOMENDACIONES**

1. Adoptar y mantener el sistema de recomendaciones propuesto y utilizado en la base de datos geográficos entregada a la Municipalidad de Jiménez, para facilitar la manipulación de los datos a futuro.
2. Utilizar y actualizar la información correspondiente a los metadatos cada vez que se actualicen o creen nuevas capas.
3. Utilizar la plantilla propuesta en el punto 4.7 de la metodología para la generación de futuros mapas.
4. Realizar el Plan Regulador lo antes posible, para que las capas generadas no se desactualicen.
5. Los usos potenciales de la información generada corresponden al análisis de esta, para proponer un mejor enlace de zonas boscosas y áreas silvestres protegidas en forma de corredores biológicos, mejor planificación de asentamientos e infraestructura en zonas aptas para estos usos y el análisis de área de ocupación en hectáreas para los distintos usos.

## 8. REFERENCIAS

- Aliaga, G. (2006). Juan Peña Llopis. Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio. *Revista de Geografía Norte Grande*, (36), 97-101.
- Asamblea Legislativa. (1949). Constitución Política de Costa Rica. Artículo 169. Costa Rica.
- Asamblea Legislativa. (1954). Ley Orgánica del Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, N° 1788. Artículo 1. Costa Rica.
- Asamblea Legislativa. (1968). Ley de Planificación Urbana, N° 4220. Artículo 15. Costa Rica.
- Asamblea Legislativa. (1995). Ley Orgánica del Ambiente, N° 7554. Capítulo XV. Costa Rica.
- Asamblea Legislativa. (2016). N° 32712-MINAE. Manual de Instrumentos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual EIA)-Parte II. Sección VI. Costa Rica.
- Boca y Rodríguez. (2012). Métodos estadísticos de la evaluación de la exactitud de productos derivados de sensores remotos. Instituto de Clima y Agua, INTA Castelar. Recuperado de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-mtodos est sensores.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-mtodos_est_sensores.pdf)
- Bosque, S., & García, R. (2000). El uso de los sistemas de información geográfica en la planificación territorial. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 20, 49-67. Recuperado de <https://revistas.ucm.es/index.php/AGUC/article/viewFile/AGUC0000110049A/31281>

- Cabeza, Á. (2002). Ordenación del territorio en América Latina. *Scripta Nova Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 6 (125), 1.
- Cabeza, Á. (2004). Ordenamiento territorial: experiencias internacionales y desarrollos conceptuales y legales realizados en Colombia. *Revista Perspectiva Geográfica*, (4).
- Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural. (s.f). Bienes declarados patrimonio o de interés cultural- Recuperado de <http://patrimonio.go.cr/busqueda/ResultadoBusquedaInmuebles.aspx>
- Congedo, L. (2018). Semi-Automatic Classification Plugin Documentation: Version 6.1.0.1.
- Consejo de Europa. (1983). Carta europea de ordenación del territorio, Conferencia Europea de Ministros Responsables de la Ordenación del Territorio-CEMAT, párr. 08.
- Consejo Nacional de Viabilidad. (2010). [Mapa de Zona de Conservación Vial N° 1-8 (Turrialba)]. Recuperado de [http://www.conavi.go.cr/wps/wcm/connect/a2ebd6c2-06e2-4d82-a3ae-52a6a17fa891/Zona+1\\_8+Turrialba.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0](http://www.conavi.go.cr/wps/wcm/connect/a2ebd6c2-06e2-4d82-a3ae-52a6a17fa891/Zona+1_8+Turrialba.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0)
- Consejo Territorial de Desarrollo Rural. (2015). *Plan de Desarrollo Rural del Territorio Turrialba-Jiménez 2015-2020*. Recuperado de [https://www.inder.go.cr/territorios\\_inder/region\\_central/planes\\_desarrollo/PDRT-Turrialba-Jimenez.pdf](https://www.inder.go.cr/territorios_inder/region_central/planes_desarrollo/PDRT-Turrialba-Jimenez.pdf)
- Dávila, F., & Camacho, E. (2012). Georreferenciación de documentos cartográficos para la gestión de archivos y cartotecas "Propuesta Metodológica". *Revista Catalana de Geografia*, 17(46).

- Dirección General de Migración y Extranjería. (2017). *Diagnóstico del Contexto Migratorio de Costa Rica 2017*. Recuperado de [http://www.migracion.go.cr/integracion\\_desarrollo/Diagnostico%20Contexto%20Migratorio%20de%20Costa%20Rica%202017.pdf](http://www.migracion.go.cr/integracion_desarrollo/Diagnostico%20Contexto%20Migratorio%20de%20Costa%20Rica%202017.pdf)
- Edwards, G. (1994). Externalidades e instrumentos de regulación urbana, p.147.
- Escalante, T., Llorente, J., Espinosa, D., & Soberón, J. (2000). Bases de datos y sistemas de información: aplicaciones en biogeografía. *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 24(92), 325-341.
- Estado de La Nación. (2015). *Ordenamiento Territorial de Costa Rica. Decimoséptimo Informe estado de la nación*. San José, Costa Rica. CONARE, p. 04.
- Estaba, R. (1999). La descentralización y la ordenación del territorio en Venezuela: estrategias hacia la modernidad. *Scripta Nova*, (54), párr. 19.
- Fallas, J. (1996). Normas y estándares para datos geoespaciales. *Revista Geográfica de América Central*, 32 (33), 41-62.
- FAO. (2018). *Ordenamiento territorial: Concepto general y marco contextual*, párr. 1. Recuperado de <http://www.fao.org/in-action/territorios-inteligentes/componentes/ordenamiento-territorial/contexto-general/es/>
- François, J., Díaz-Gallegos, J., & Pérez, A. (2003). Evaluación de la confiabilidad temática de mapas o de imágenes clasificadas: una revisión. *Investigaciones geográficas*, (51), 53-72.
- Grupo G6. (2018). Sistema de Monitoreo de la Cobertura y Uso de la Tierra y Ecosistemas (SIMOCUTE). Sistema de clasificación del uso y la cobertura de la tierra para Costa Rica. Versión 1.1. San José, Costa Rica.

Hernández, Y. (2010). El ordenamiento territorial y su construcción social en Colombia: ¿Un instrumento para el desarrollo sustentable? *Cuadernos de Geografía-Revista Colombiana de Geografía*, (19), 97-109.

Instituto de Desarrollo Rural de Costa Rica. (2014). *Informe de Caracterización Integral Básica Territorio Turrialba-Jiménez*, p. 09. Recuperado de [https://www.inder.go.cr/territorios\\_inder/region\\_central/caracterizaciones/Caracterizacion-Turrialba-Jimenez.pdf](https://www.inder.go.cr/territorios_inder/region_central/caracterizaciones/Caracterizacion-Turrialba-Jimenez.pdf)

Instituto Geográfico Nacional (IGN). (s.f). *Bases Geográficas: Las Bases de Datos Geográficas del IGN*, p. 02. Recuperado de <http://www.ign.es/web/resources/docs/IGNCnig/CBG-BD.pdf>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2018). Clasificación de distritos según grado de urbanización: Metodología. Recuperado de <http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/imgmetodologia-indiceurbru.pdf>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2000). *Censo 2000: Indicadores demográficos por indicador, según provincia, cantón y distrito*. Recuperado de <http://www.inec.go.cr/censos/censos-2000>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2011). *Censo 2011: SIM. Indicadores demográficos según cantón y distrito*. Recuperado de <http://www.inec.go.cr/censos/censos-2011>

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2016). Manual de Clasificación Geográfica con Fines Estadísticos de Costa Rica. Recuperado de <http://www.inec.go.cr/sites/default/files/documentos-biblioteca-virtual/meinstitucionalmcgfeocr.pdf>

- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2015). *País experimenta desaceleración en el crecimiento poblacional*. Recuperado de <http://www.inec.go.cr/noticia/pais-experimenta-desaceleracion-en-el-crecimiento-poblacional>
- Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo. (2017). *Manual de Planes Reguladores como Instrumento de Ordenamiento Territorial*. San José, Costa Rica, p. 04, 07, 09 y 10.
- Jaimes y Plata. (s.f). *El Uso de los Sistemas de Información Geográfica en el Ordenamiento Territorial Municipal*. Facultad de Geografía. UAEM. Toluca, México, p. 07. Recuperado de: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal9/Nuevastecnologias/Sig/15.pdf>
- Jiménez, I. (s.f). Cálculo del azimut y coordenadas. p. 5. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/89248125/Resumen-Azimut-y-Coordenadas#>
- Landis, J., & Koch, G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 159-174.
- López, M. (2015). El sistema de planificación y el ordenamiento territorial para Buen Vivir en el Ecuador. *GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)*, 19(2), 296-311.
- Lunetta, R., Congalton, R., Fenstermaker, L., Jensen, J., McGwire, K., & Tinney, L. (1991). Remote Sensing and Geographic Information System Data Integration: Error Sources and Research Issues. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 57(6), 677-687.
- Martínez, T. (2015). *Treinta años de Metamorfosis Urbana Territorial en el Valle Central*. San José, Costa Rica: Vigésimo primer informe del Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible, p. 07.
- Massiris, A., Espinoza, M., Ramírez, T., Rincón, P., & Sanabria, T. (2012). *Procesos de ordenamiento en América Latina y Colombia*. Universidad Nacional de Colombia, p.14.

- Ministerio de Educación Pública. (s.f). Listado de centros educativos por dirección regional. Recuperado de <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/turrialba.pdf>
- Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica. (2013). *Costa Rica: Índice de Desarrollo Social 2013*, p. 67. Recuperado de <https://documentos.mideplan.go.cr/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/8919cc42-afa2-4283-ab37-837547406763/IDS%202013.pdf?quest=true>
- Ministerio de Vivienda y Asentamientos Humanos. (2008). *Plan Regional Urbano de la Gran Área Metropolitana de Costa Rica. Tomo 1: Diagnóstico Plan PRUGAM 2008-2030*. San José, Costa Rica, p. 28.
- Montes, P. (2001). *El ordenamiento territorial como opción de políticas urbanas y regionales en América Latina y el Caribe*. CEPAL, p.5.
- Pascal, A., De Battista, A., & Herrera, N. (2016). Geocodificación de comercios, industrias y profesionales del Municipio de Urdinarrain. Argentina.
- Rodríguez, R. (02 de setiembre del 2018). Costa Rica recibió ayer al tico 5 millones. *La República*. Recuperado de <https://www.larepublica.net/noticia/costa-rica-recibio-ayer-al-tico-5-millones>
- Romero, H., Ordenes, F., & Vásquez, A. (2004). Ordenamiento territorial y desarrollo sustentable a escala regional, ciudad de Santiago y ciudades intermedias en Chile. *Desafíos de la Biodiversidad en Chile*, Eugenio Figueroa y Javier Simonetti, Editores, Editorial Universitaria, Santiago de Chile, 167-207.
- Romero, H. (2010). La geografía de los riesgos y catástrofes y algunos de sus aportes para su inclusión en los planes de ordenamiento territorial. *Separata Revista INVI*, 68(25), 53-62.
- Rojas, C., Muñoz, D., & Jaque, E. (2008). Sostenibilidad Urbana. Tomé: Una propuesta para evaluar los planes reguladores chilenos. *Urbano*, 11(17), 26-35.



- Rosero, L. (2003). Situación demográfica general de Costa Rica. Recuperado de <http://biblioteca.ccp.ucr.ac.cr/bitstream/handle/123456789/1254/Situaci%C3%B3n%20demogr%C3%A1fica%20general%20en%20Costa%20Rica.%20Rosero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sánchez, A, Noguera, J, & Ballari, D. (2008). Normas sobre Metadatos (ISO 19115, ISO 19115-2, ISO 19139, ISO 15836). *Mapping*, 123, 48-57.
- Santos, R, & Orozco, E. (2006). Los metadatos geográficos: actualidad y estándares. *Mapping*, (112), 18-29.
- Secretaría del Ambiente Paraguay. (2016). Informe final de evaluación de exactitud temática del mapa de cobertura forestal y cambio de uso de la tierra para los años 2000, 2005 y 2011. Recuperado de [http://www.infona.gov.py/application/files/6514/7405/3096/Evaluacion\\_exactitud\\_Mapas\\_000511\\_160516.pdf](http://www.infona.gov.py/application/files/6514/7405/3096/Evaluacion_exactitud_Mapas_000511_160516.pdf)
- Unión Nacional de Gobiernos Locales (2018). Municipalidad de Jiménez. Recuperado de <http://unql.or.cr/municipalidades/municipalidad-de-jimenez>
- Velásquez, L. (2004). *Propuesta de una metodología de planificación para el desarrollo urbano sostenible y diseño de un sistema de evaluación de la sostenibilidad de ciudades medianas de América Latina*. Universitat Politècnica de Catalunya.

## 9. ANEXOS

### **Anexo 1. Recomendaciones y Estandarización.**

#### **1. Tipos de datos permitidos**

Archivo Shape (puntos, líneas o polígonos).

Capas Ráster (GeoTIFF).

#### **2. Sistema de proyección**

Todas las capas finales deben estar en CRTM05.

#### **3. Nombres de las carpetas**

Cada archivo shp (shx, dbf, shp) debe ser colocado en una carpeta con el mismo nombre del shp.

Todo el nombre se escribe con mayúscula.

Las palabras se separan con “\_”, no usar espacio ni ningún otro elemento.

No utilizar tildes.

No utilizar ñ, reemplazarlas con nn.

#### **4. Nombres de los archivos shp**

Todo el nombre se escribe en minúscula.

Las palabras se separan con “\_”, no usar espacio ni ningún otro elemento.

No utilizar tildes.

No utilizar ñ, reemplazarlas con nn.

#### **5. Nombres de las columnas de la tabla de atributos**

Todo el nombre se escribe con mayúscula.

Las palabras se separan con “\_”, no usar espacio ni ningún otro elemento.

No utilizar tildes.

No utilizar ñ, reemplazarlas con nn.

Usar como máximo 10 caracteres.

La primer columna es llamada “ID” y lleva una numeración consecutiva.

Las capas de puntos presentan dos últimas columnas llamadas “COORD\_X” y “COORD\_Y”.

Las capas en las cuales se calculan longitudes o áreas, se debe indicar la unidad de medida con respecto al Sistema Internacional de Unidades. Por ejemplo: "LONG\_KM".

## **6. Datos de los registros dentro de los atributos**

Los datos dentro de los registros deben estar estandarizados y escritos de manera que las etiquetas sean agradables.

Los datos numéricos deben tener tres decimales.

Al completar la tabla de atributos en Quantum Gis es importante respetar estas recomendaciones desde el inicio. Para completar la información fuera de QuantumGis se recomienda utilizar Open Office y guardar la información con la norma **UTF-8 (8-bit Unicode Transformation Format)**, capaz de representar cualquier carácter Unicode.

Si al utilizar un documento los caracteres se representan de forma incorrecta debe:

- Abrir el archivo con el lenguaje de codificación original
- Exportar el archivo con un nuevo lenguaje de codificación (UTF-8)
- Abrir el archivo con el lenguaje de codificación UTF-8

## **7. Modelos cartográficos**

Las capas que entran o salen en el proceso, se indican con el nombre exacto y el formato (ej: pueblos.shp). Se ponen en cuadros con línea sencilla, con borde negro y sin fondo.

La dirección del proceso se indica con flechas.

Los procesos no llevan recuadro.

Los modelos se hacen en blanco y negro.

Las notas se ponen en cuadros con línea punteada.

Los archivos de Excel se ponen en cuadros con doble línea.

## **8. Metadatos**

El lenguaje utilizado será el español.

El lenguaje de codificación del dato será UTF-8.

**Anexo 2.** Lista de capas requeridas por el Plan Regulador para el cantón de Jiménez.

Eje	Tema	Variable	Título alternativo	Tipo de representación espacial	Priorización
<b>Eje Físico Espacial</b>	Estructura y morfología urbana	Distritos	distritos.shp	Vectorial: Polígonos	Alta
		Cabecera	cabecera.shp	Vectorial: Puntos	Alta
		Áreas urbanas	areas_urbanas.shp	Vectorial: Polígonos	Alta
		Barrios (Asentamientos)	barrios.shp	Vectorial: Puntos y polígonos	Media
		Poblados	poblados.shp	Vectorial: Puntos	Alta
		Densidad de la población y compacidad actual	densidad_poblacion.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
	Vialidad y movilidad	Red vial nacional	red_vial_nacional.shp	Vectorial: Líneas	Alta
		Red vial cantonal	red_vial_cantonal.shp	Vectorial: Líneas	Alta
		Puentes	puentes.shp	Vectorial: Puntos	Media
		Aceras	aceras.shp	Vectorial: Líneas	Baja
		Pasos peatonales	pasos_peatonales.shp	Vectorial: Puntos	Baja
		Paradas de buses	paradas_buses.shp	Vectorial: Puntos	Media
		Terminales de buses	terminal_buses.shp	Vectorial: Puntos	Media
		Publicidad en vía pública	publicidad_via.shp	Vectorial: Puntos	Baja
		Estacionamientos existentes	estacionamientos.shp	Vectorial: Puntos	Baja
		Transporte de mercancía	transporte_mercancia	Vectorial: Líneas	Baja
		Rutas de buses	rutas_buses.shp	Vectorial: Líneas	Media
		Proyectos existentes de vialidad y movilidad	proyectos_vialidad.shp	Vectorial: Puntos	Baja
	Facilidades comunales	Centros educativos públicos y privados	centros_educativos.shp	Vectorial: Puntos	Alta
		Centros de salud públicos y privados	centros_salud.shp	Vectorial: Puntos	Alta
		Centros culturales	centros_culturales.shp	Vectorial: Puntos	Alta
		Centros de atención primaria	centros_atencion.shp	Vectorial: Puntos	Alta

Eje	Tema	Variable	Título alternativo	Tipo de representación espacial	Priorización
		Proyectos existentes de facilidades comunales	proyectos_facilidad_comunal.shp	Vectorial: Puntos	Baja
		Juegos infantiles	juegos_infantiles.shp	Vectorial: Puntos	Media
	Áreas Verdes	Parques y plazas	parques_plazas.shp	Vectorial: Polígonos	Media
		Proyectos existentes de áreas verdes	proyectos_areas_verdes.shp	Vectorial: Puntos	Baja
		Red de alcantarillado sanitario	red_alcantarillado_sanitario.shp	Vectorial: Líneas	Baja
	Servicios públicos	Pozos de alcantarillado sanitario	pozos_alcantarillado_sanitario.shp	Vectorial: Puntos	Baja
		Plantas de tratamiento	plantas_tratamiento.shp	Vectorial: Puntos	Baja
		Efluentes	efluentes.shp	Vectorial: Puntos	Baja
		Red de alcantarillado sanitario	red_alcantarillado_sanitario.shp	Vectorial: Líneas	Baja
		Pozo de aguas pluviales	pozos_aguas_pluviales.shp	Vectorial: Puntos	Baja
		Tragantes	tragantes.shp	Vectorial: Puntos	Baja
		Desfogues	desfogues.shp	Vectorial: Puntos	Baja
		Cordón de caño	cordon_canno.shp	Vectorial: Líneas	Baja
		Red de alcantarillado pluvial	red_alcantarillado_pluvial.shp	Vectorial: Líneas	Baja
		Sitios de disposición de residuos sólidos	disposicion_residuos.shp	Vectorial: Puntos	Baja
		Red de agua potable	red_agua_potable.shp	Vectorial: Líneas	Baja
		Red de tendido eléctrico	red_tendido_electrico.shp	Vectorial: Líneas	Media
		Posteado	posteado.shp	Vectorial: Puntos	Media
		Red alumbrado público	red_alumbrado_publico.shp	Vectorial: Líneas	Media
		Torres internet	torres_internet.shp	Vectorial: Puntos	Media
		Torres telefonía	torres_telefonia.shp	Vectorial: Puntos	Media
		Proyectos existentes de servicios públicos	proyectos_servicios_publicos.shp	Vectorial: Puntos	Baja

Eje	Tema	Variable	Título alternativo	Tipo de representación espacial	Priorización
	Vivienda	Viviendas	viviendas.shp	Vectorial: Puntos	Baja
		Proyectos existentes de viviendas	proyectos_viviendas.shp	Vectorial: Puntos	Baja
	Patrimonio Arquitectónico e Intangible	Sectores urbanos, edificaciones o prácticas de interés patrimonial	edificaciones_patrimonio_arq.shp	Vectorial: Puntos	Alta
		Proyectos existentes de patrimonio arquitectónico e intangible	proyectos_patrimonio_arq.shp	Vectorial: Puntos	Baja
	Uso actual del suelo	Área urbana y rural	area_urbana_rural.shp	Vectorial: Polígonos	Alta
		Uso actual del suelo	uso_actual_suelo_constru.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Proyectos existentes de uso actual del suelo	proyectos_uso_actual_suelo.shp	Vectorial: Puntos	Baja
Eje Social	Población	Estructura demográfica completa (por censo)/ crecimiento demográfico	estructura_demografica.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Grupos etarios (edad)	grupos_etarios.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Género	grupos_genero.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Distribución espacial de la población	distribucion_poblacion.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Población urbana	poblacion_urbana.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Proyectos existentes de población	proyectos_poblacion.shp	Vectorial: Puntos	Baja
	Migración	Interna y externa	migracion_interna_externa.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Origen destino en flujos migratorios	origen_destino_flujos_migracion.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Cambios poblacionales por migración	cambios_poblacionales.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Proyectos existentes en migración	proyectos_migracion.shp	Vectorial: Puntos	Baja

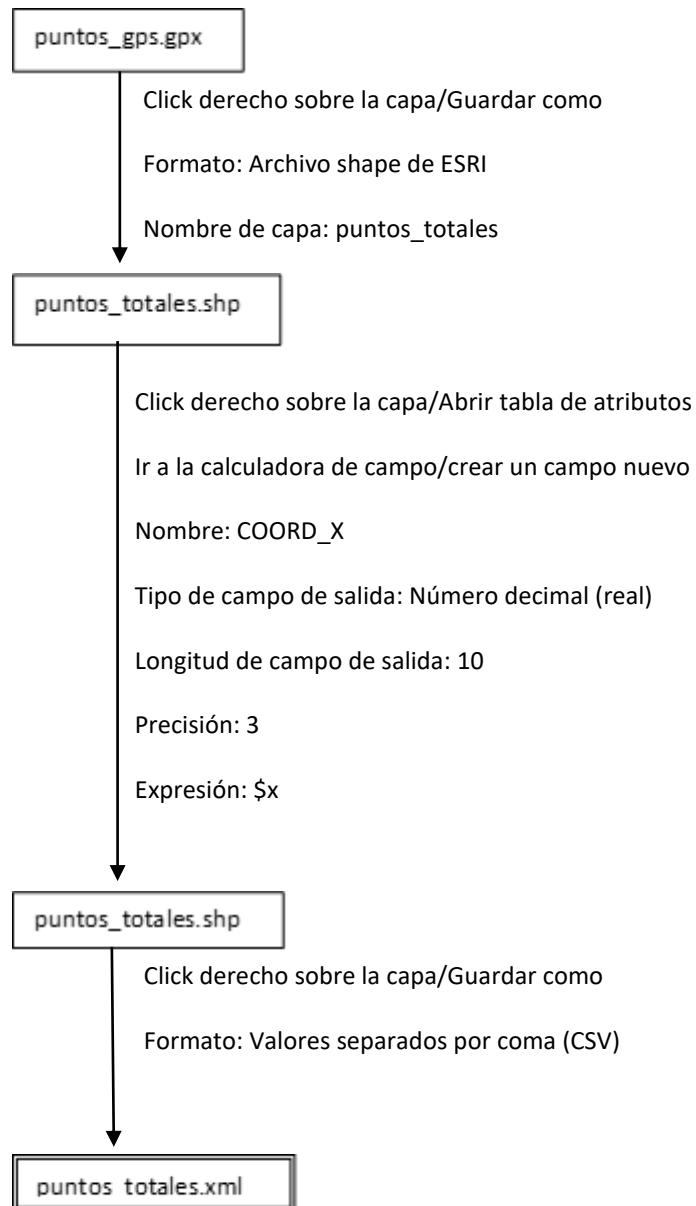
Eje	Tema	Variable	Título alternativo	Tipo de representación espacial	Priorización
	Vulnerabilidad social	Seguridad ciudadana	seguridad_ciudadana.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Accesibilidad a servicios comunales	accesibilidad_servicios.shp	Vectorial: Líneas	Baja
		Proyectos existentes en vulnerabilidad social	proyectos_vulnerabilidad_social.shp	Vectorial: Puntos	Baja
	Cultura	Proyectos existentes en cultura	proyectos_cultura.shp	Vectorial: Puntos	Baja
Eje Económico	Modelo de desarrollo y competitividad local	Fuerza de trabajo actual	fuerza_atrabajo.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Pobreza actual	pobreza_actual.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Modelo de desarrollo local actual y contra tendencias	modelo_desarrollo.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Estructura productiva	estructura_productiva.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Proyectos existentes del modelo de desarrollo y competitividad local	proyectos_desarrollo_local.shp	Vectorial: Puntos	Baja
	Mercados del suelo	Zonas homogéneas de valor del suelo	valor:suelo.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Informalidad en el mercado del suelo	informalidad_mercado_suelo.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Acceso a vivienda	acceso_vivienda.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Tenencia de tierra	tenencia_tierra.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Alquiler de vivienda	alquiler_vivienda.shp	Vectorial: Puntos y Polígonos	Baja
		Proyectos existentes del modelo de mercados de suelo	proyectos_mercado_suelo.shp	Vectorial: Puntos	Baja
	Tributación	Inversión municipal y aporte de los contribuyentes en infraestructura	inversion_infraestructura.shp	Vectorial: Puntos y Polígonos	Baja

Eje	Tema	Variable	Título alternativo	Tipo de representación espacial	Priorización
		Proyectos existentes de tributación	proyectos_tributacion.shp	Vectorial: Puntos	Baja
Eje Político Institucional	Gobernanza	Instituciones gubernamentales y no gubernamentales	instituciones.shp	Vectorial: Puntos	Media
		Proyectos existentes de gobernanza	proyectos_gobernanza	Vectorial: Puntos	Baja
Eje Ambiental	Geología y geomorfología	Afloramientos geológicos	afloramientos_geologicos.shp	Vectorial: Puntos	Baja
		Unidades geológicas	unidades_geologicas.shp	Vectorial: Puntos y Polígonos	Baja
		Formaciones geológicas	formaciones_geologicas.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Estructuras tectónicas	estructuras_tectonicas.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Geodinámica externa	geodinamica_externa.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Relieve	relieve.tif	Raster	Baja
		Cuerpos de agua	cuerpos_agua.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
		Densidad de drenaje	densidad_drenaje.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
	Amenazas naturales	Amenaza por inestabilidad de laderas	deslizamientos.shp	Vectorial: Puntos	Baja
			inestabilidad_laderas.shp	Vectorial: Puntos y Polígonos	Baja
			potencial_inestabilidad_laderas.shp	Vectorial: Puntos y Polígonos	Baja
		Amenaza sísmica	zonificacion_sismica.shp	Vectorial: Polígonos	Baja
			sitios_cimentacion.shp	Vectorial: Puntos	Baja
			amenaza_sismica.shp	Vectorial: Puntos y Polígonos	Baja
		Amenaza volcánica	amenaza_volcanica.shp	Vectorial: Puntos y Polígonos	Baja
			potencial_amenaza_volcanica.shp	Vectorial: Puntos y Polígonos	Baja
		Amenaza de inundación y desborde	amenaza_inundacion.shp	Vectorial: Puntos y Polígonos	Baja
			potencial_amenaza_inundacion.shp	Vectorial: Puntos y Polígonos	Baja
	Hidrogeología	Cuencas hidrográficas	cuencas_hidrograficas.shp	Vectorial: Polígonos	Alta
			rios.shp	Vectorial: Líneas	Baja
	Biológico	Elementos biológicos ecológicos presentes	elementos_terrestres_diversidad.shp	Vectorial: Puntos y Polígonos	Baja
			elementos_acuaticos_diversidad.shp	Vectorial: Puntos y Polígonos	Baja



Eje	Tema	Variable	Título alternativo	Tipo de representación espacial	Priorización
			elementos_diversidad.shp	Vectorial: Puntos y Polígonos	Baja
	Modalidad de uso de la tierra	Uso actual del suelo	uso_actual_suelo.shp	Vectorial: Polígonos	Alta
		Capacidad de uso de la tierra	capacidad_uso_tierra.shp	Vectorial: Polígonos	Media
		Modalidad de uso de la tierra	modalidad_uso_tierra.shp	Vectorial: Polígonos	Baja

### Anexo 3. Modelo cartográfico para el preprocesamiento de datos de la capa de uso del suelo.



puntos\_totales.xml

Crear 7 nuevas columnas llamadas: X, Y, DISTANCIA, AZIMUT, USO, NOMBRE Y OBS.

Repetir cada una de las coordenadas de cada punto dos veces y agregar en las mismas filas, en la columna "DISTANCIA", los valores 50, 100 y 150.

Rellenar los datos como se muestra en los formularios de campo.

Calcular las coordenadas reales de cada punto con las siguientes fórmulas:

$$X_r = X_c + \text{seno}(A) * \text{Distancia}$$

$$Y_r = Y_c + \text{cos}(A) * \text{Distancia}$$

Donde:

$X_r$  /  $Y_r$ : Son las coordenadas reales a 50, 100 y 150 metros

$X_c$  /  $Y_c$ : Son las coordenadas conocidas, tomadas con el GPS

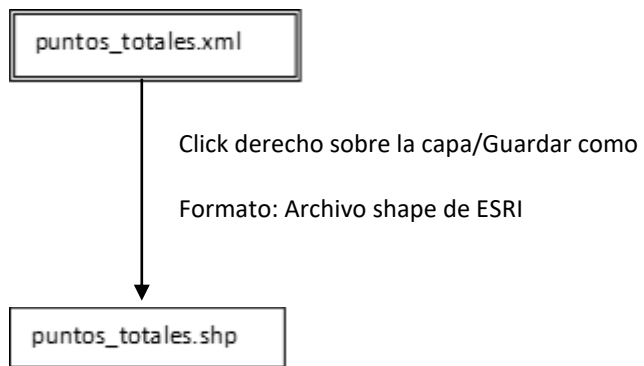
puntos\_totales.xml

Abrir QGIS/ Ir al ícono "Añadir capa de texto limitado"/ Seleccionar archivo

En la ventana emergente marcar la casilla "Delimitadores personalizados/Punto y coma

Marcar la casilla "Coordenadas de punto"/ En la casilla "Coordenada X" seleccionar "X" y de igual forma para las coordenadas "Y".

puntos\_totales.xml



## **Anexo 4. Tutoriales de las capas realizadas.**

### **1. Tutorial para crear la capa del uso de suelo**

#### **Obtención de la imagen satelital**

Se debe disponer de la imagen aérea a utilizar con la menor cantidad de nubes y sombras, para obtener un mejor resultado final y se debe descargar de la página del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Dicha imagen corresponde a una Landsat 8 con resolución espacial de 30 metros para las bandas de la 1 a la 9, excepto la banda 8 llamada pancromática que presenta resolución de 15 metros. Además, también hay que descargar los metadatos para poder realizar la corrección atmosférica. La fecha de la imagen es del 26 de enero del 2017.

#### **Preprocesamiento de la imagen satelital**

En el caso de la imagen utilizada, descargada de la USGS, esta ya poseía un tipo de corrección geométrica que incluía los siguientes procesos:

Georreferenciación: ubicar geográficamente una imagen que no tiene un sistema de coordenadas definidas.

Orto rectificación: corregir distorsiones en la imagen producidas por el lente del sensor y también por las variaciones topográficas.

Sin embargo, se debe realizar la corrección atmosférica a la imagen, que consiste en disminuir y eliminar las partículas que el sensor captó de la atmósfera y también la reflectancia generada por la interacción de estos dos componentes. Este procedimiento se realiza con el programa QGIS 2.18 con el complemento Semi-Automatic Classification (SCP).

#### **Corrección Atmosférica**

Después de descargada la imagen se suben a Qgis las bandas de la 2 a la 7. En la barra de herramientas ir a SCP/Preprocesamiento/Landsat (Figura 1).

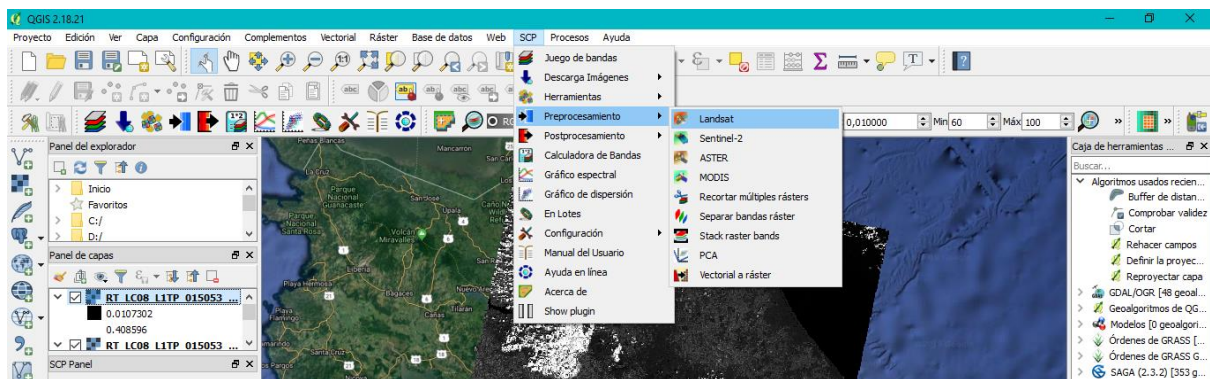


Figura 1. Ubicación del complemento para realizar la corrección atmosférica de las bandas.

En la ventana de SCP ir a “Directorio contenido bandas Landsat” y seleccionar la carpeta donde se encuentran las bandas. Además, se seleccionan las opciones “Aplicar corrección atmosférica DOS1” y el resto de la configuración se deja como la predeterminada como se muestra en la figura 2.

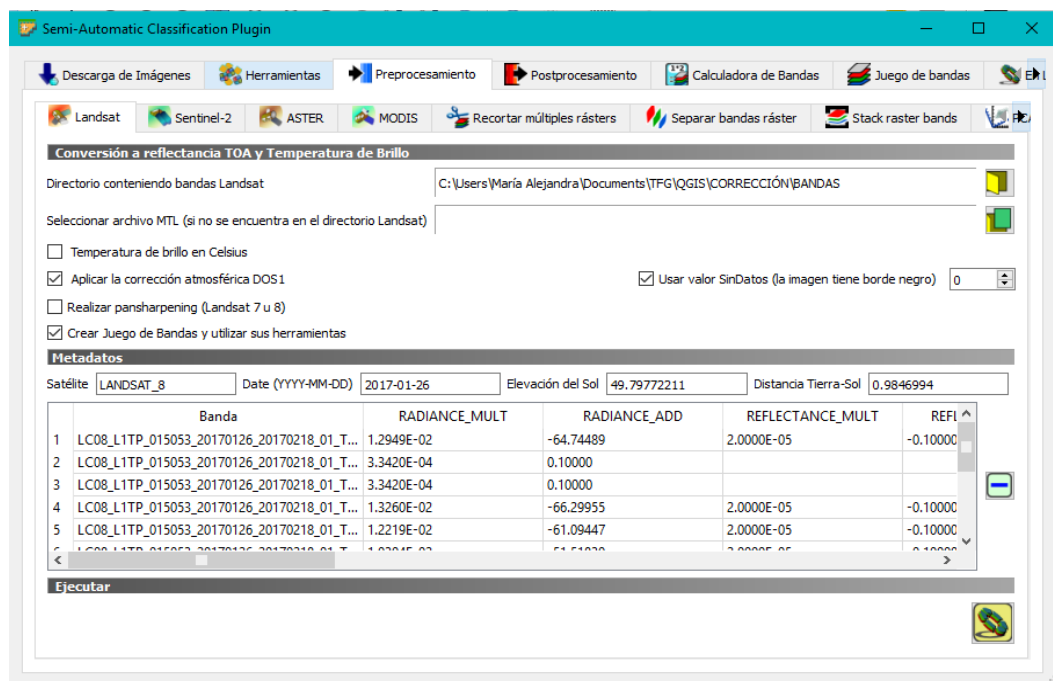


Figura 2. Configuración necesaria para realizar la corrección atmosférica de las bandas.



Hechos los pasos anteriores se procede a seleccionar “Run” . En ese momento el programa pide seleccionar el directorio de salida donde se guardarán las imágenes corregidas, por lo tanto se selecciona la carpeta de preferencia. El proceso tarda unos minutos.

Al finalizar el proceso se cargan las imágenes al panel de capas de Qgis. El nombre de las capas aparece al inicio con las letras “RT” (figura 3) que significan Reflectancia y expresa que ya están corregidas atmosféricamente.

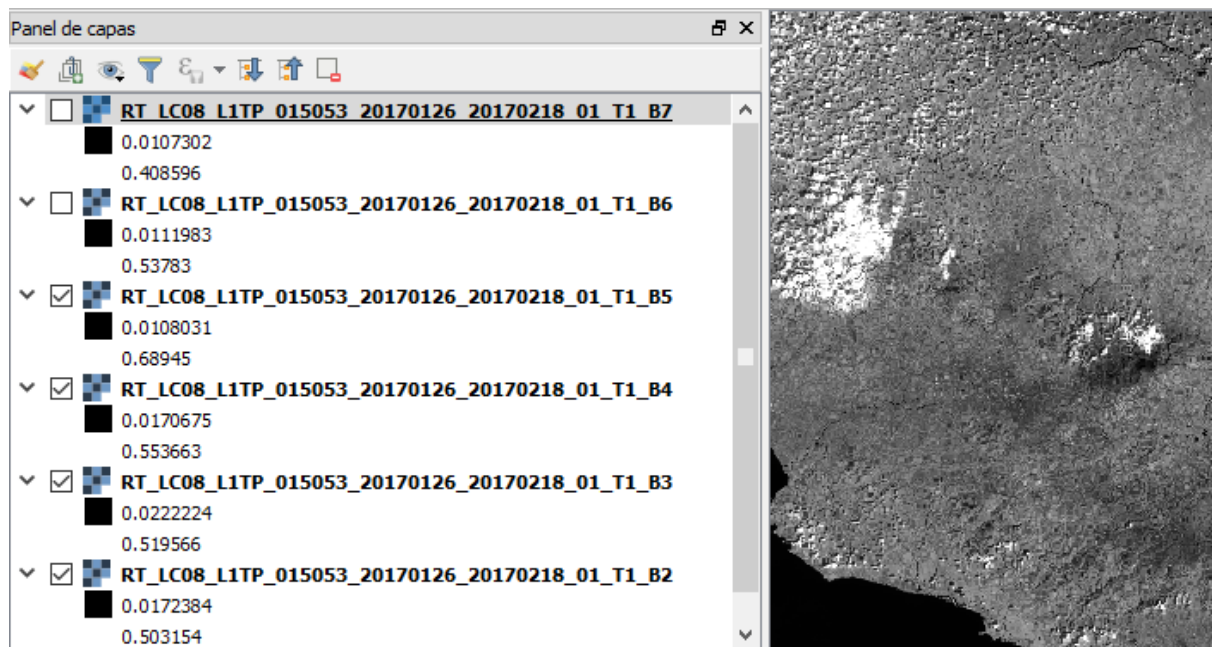


Figura 3. Visualización de las bandas corregidas.

### **Recorte de las bandas corregidas**

Para agilizar los procesos restantes con el uso de las imágenes satelitales, es recomendable recortar las bandas con el área de estudio. En la barra de herramientas ir a SCP/Preprocesamiento/Recortar múltiples ráster (figura 4).

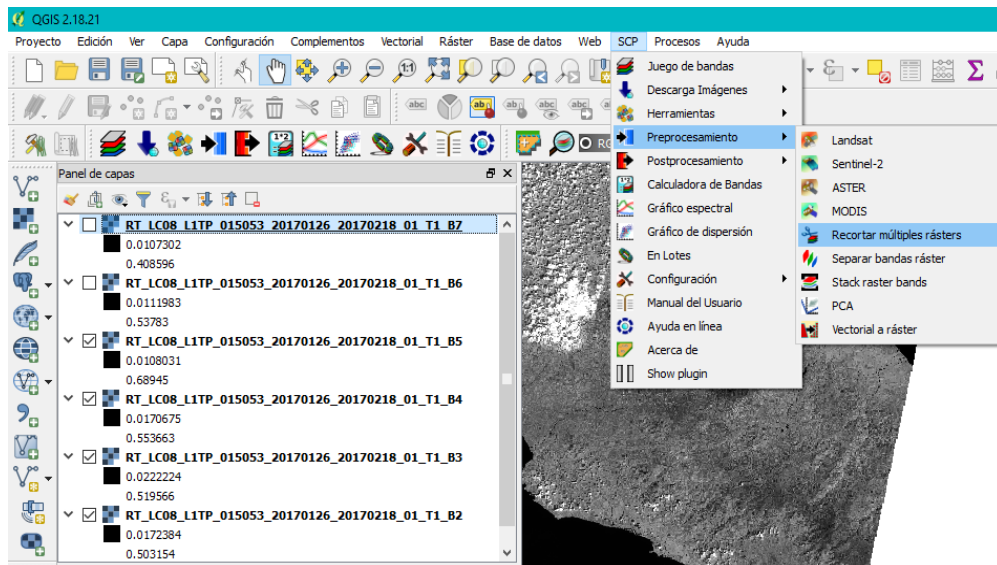



Figura 4. Ubicación del complemento para realizar el recorte de las bandas.

En la opción  se selecciona el polígono del área de estudio que previamente se haya subido a Qgis y las bandas ya corregidas (deben estar seleccionadas). Las demás opciones se dejan como las predeterminadas, y se da clic en “Run” (figura 5). En ese momento el programa pide seleccionar el directorio de salida donde guardar las imágenes recortadas, se selecciona la carpeta de preferencia. En la figura 6 se muestra la visualización de las bandas recortadas.



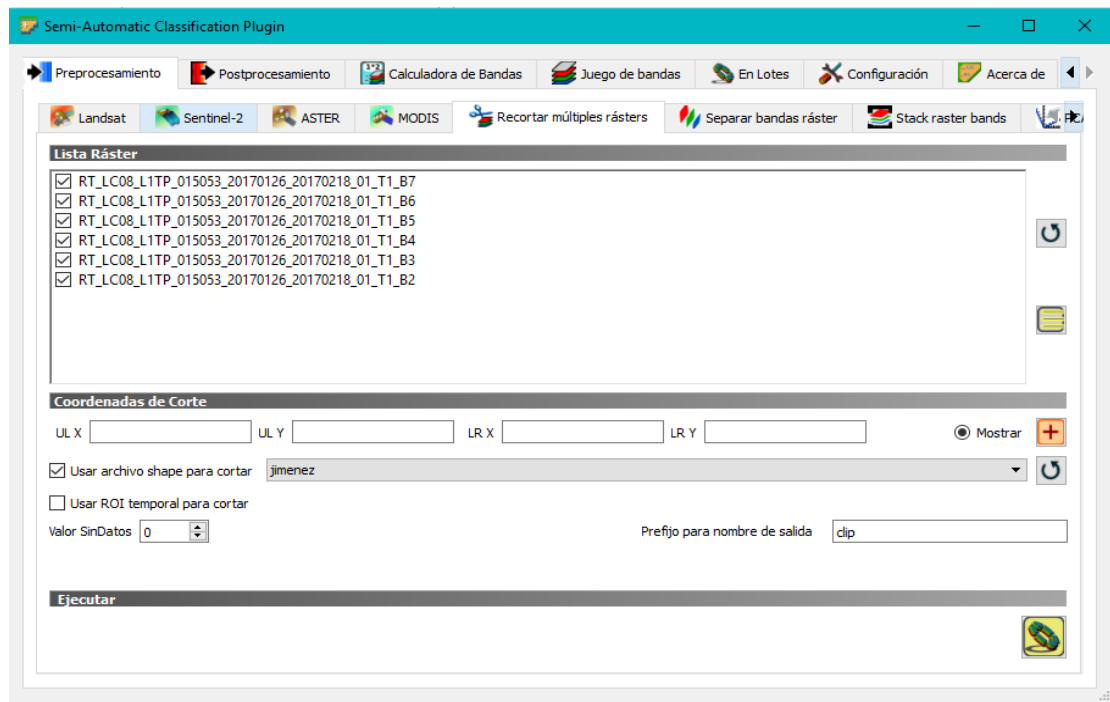


Figura 5. Configuración necesaria para realizar la corrección atmosférica de las bandas con el cantón de Jiménez.

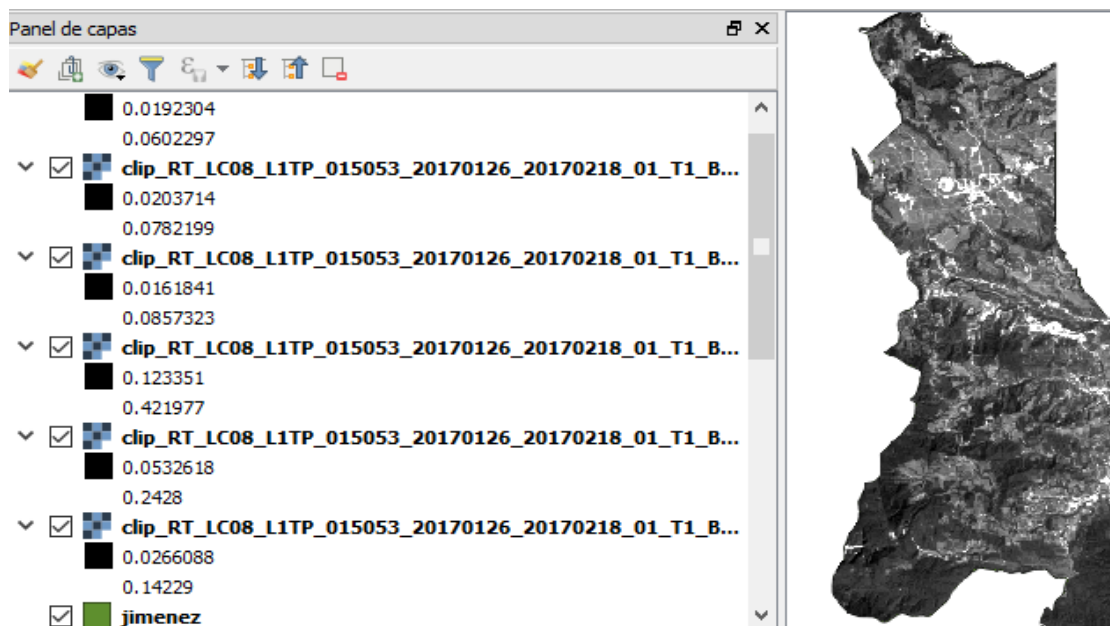


Figura 6. Visualización de las bandas recortadas con el cantón Jiménez.

## **Combinación de las bandas corregidas y recortadas**

Al tener una imagen satelital separada por bandas, se requiere generar una imagen compuesta para poder realizar la clasificación del uso del suelo. En la barra de herramientas ir a SCP/Juego de bandas (Figura 7).

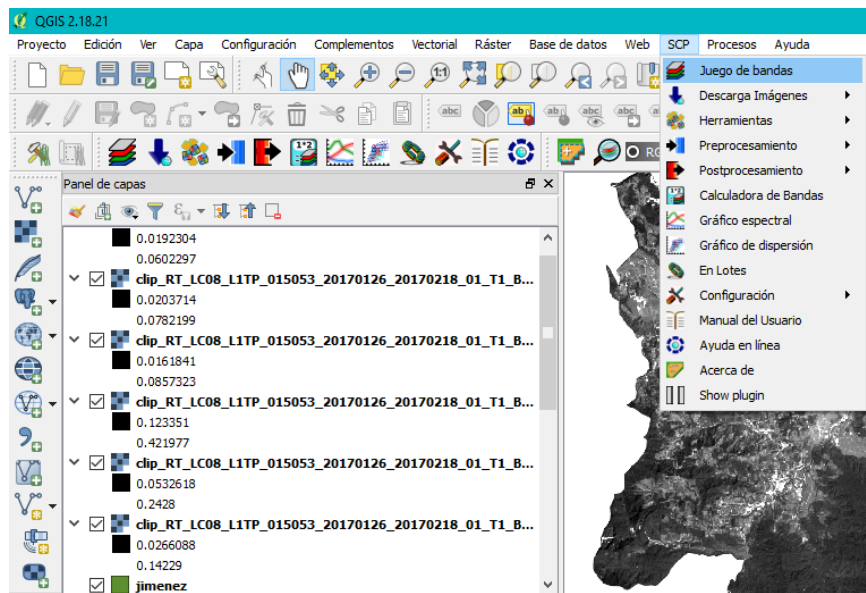



Figura 7. Ubicación del complemento para realizar la combinación de las bandas.

En la ventana que se abre (Figura 8) se selecciona “abrir archivo”  para seleccionar las bandas ya corregidas y recortadas anteriormente (bandas de la 2 a la 8). En la parte inferior de la ventana se selecciona “Configuración rápida de longitud de onda” y se selecciona “Landsat 8 OLI [bands 2,3,4,5,6,7]”.

Para terminar de configurar esta ventana, se marca la opción “Crear ráster de Juego de bandas (bandas apiladas)” y se da clic en “Ejecutar”. En ese momento el programa pide seleccionar el directorio de salida donde se guardarán las imágenes corregidas, se selecciona la carpeta de preferencia.

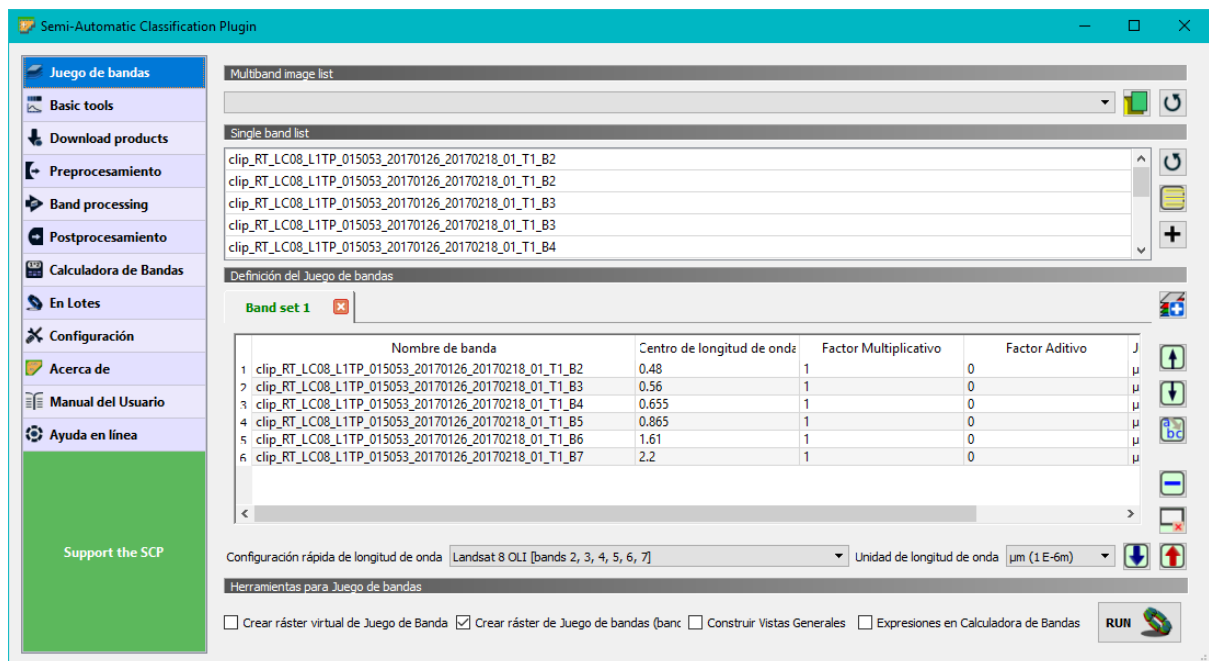


Figura 8. Configuración necesaria para combinar las bandas con el cantón de Jiménez.

Al finalizar el proceso se obtiene una imagen compuesta por las bandas seleccionadas como se muestra en la figura 9. La terminación del nombre de esta capa es Bstack\_raster.tif.



Figura 9. Visualización de la imagen compuesta.

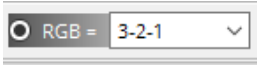
En la parte superior del programa Qgis se encuentra la opción  con la cual se pueden hacer combinaciones de las bandas, obtener una mejor visualización y poder clasificar la imagen más adelante. Por ejemplo con 3-2-1 se obtiene el color real y más claro de la imagen, con 4-3-2 se puede observar en color rojo los diferentes tipos de vegetación y con 1-4-6 ver de color rosado la infraestructura y en morado los suelos descubiertos (Figura 10).



Figura 10. Visualización de la imagen combinada con cambio de colores para una mejor visualización.

### **Toma y procesamiento de los datos tomados en campo**

Los instrumento y materiales que se utilizan para tomar los datos de campo son: GPS, brújula, cámara, formularios, lápiz y el documento: “Sistema de clasificación del uso y la cobertura de la tierra para Costa Rica” Versión 1.1 (Grupo G6, 2018).

Antes de tomar los datos se deben crear las rutas por las que se va a transitar, por lo tanto se deben elaborar en Qgis 3.0 dividiendo al cantón por distritos y generando rutas que abarquen todo el territorio y área. Se pueden realizar rutas de aproximadamente 40 km.

En campo, se inicia tomando los puntos con GPS cada 500 metros. En cada una de estas paradas, en los formularios (Figura 11) se toma información de las coordenadas "X" y "Y" en CRTM05, los códigos de cobertura y el uso del suelo a 50, 100 y 150 metros de distancia, por medio del documento llamado “Sistema de clasificación del uso y la cobertura de la tierra para Costa Rica” Versión 1.1 (Grupo G6, 2018), también se toman los datos del azimuth e información para verificar el uso y cobertura como

fotografías, altura del bosque, especies indicadoras y observaciones en general. Este procedimiento se realiza recolectando la información hacia ambos lados de la carretera.

Formulario para evaluar el uso y la cobertura de la tierra - TEC-2018

Fecha: \_\_\_\_\_ Lugar: \_\_\_\_\_ Anotador: \_\_\_\_\_  
Código GPS: \_\_\_\_\_

ID	X (CRTM05)	Y (CRTM05)	DIST (m)	AZIMUT	USO	COBERTURA	ALT BOSQUE (m)	ESPECIES INDICADORAS	FOTO	OBSERVACIONES	
			50								
			100								
			150								
			50								
			100								
			150								
			50								
			100								
			150								
			50								
			100								
			150								
			50								
			100								
			150								
			50								
			100								
			150								
			50								
			100								
			150								
			50								
			100								
			150								
			50								
			100								
			150								
			50								
			100								
			150								

Página # \_\_\_\_\_

Figura 11. Formulario de campo para toma de datos.

Después de realizar las giras de campo, se deben descargar los datos del GPS en su formato predeterminado (GPX). Seguidamente se suben los datos a QGIS como se muestra en la Figura 12.

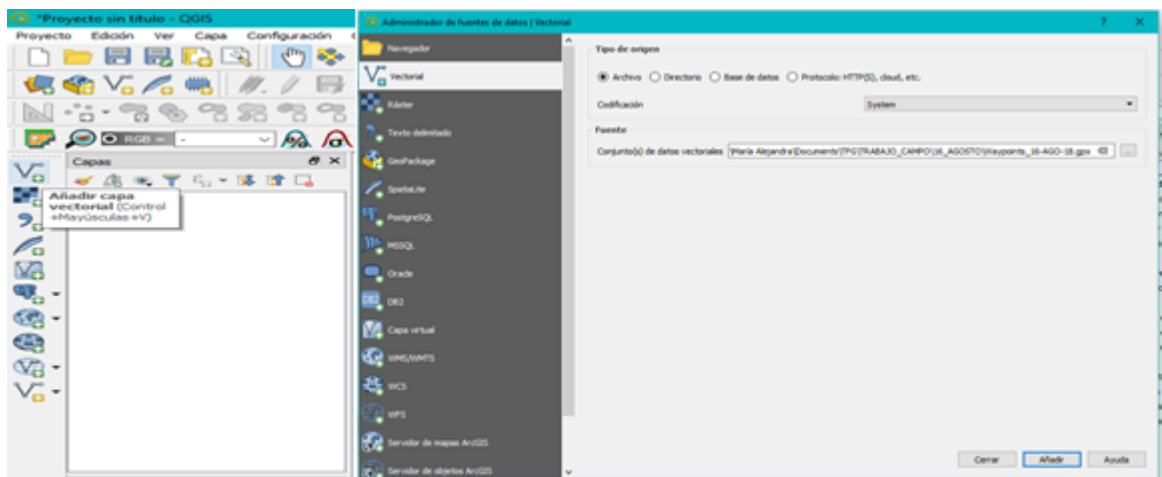


Figura 12. Subir archivo en formato GPX a Qgis.

Al seleccionar “Añadir” aparece una ventana donde se debe seleccionar el tipo de archivo, por lo que para este caso se selecciona “waypoints” por tratarse de puntos como se observa en la Figura 13.

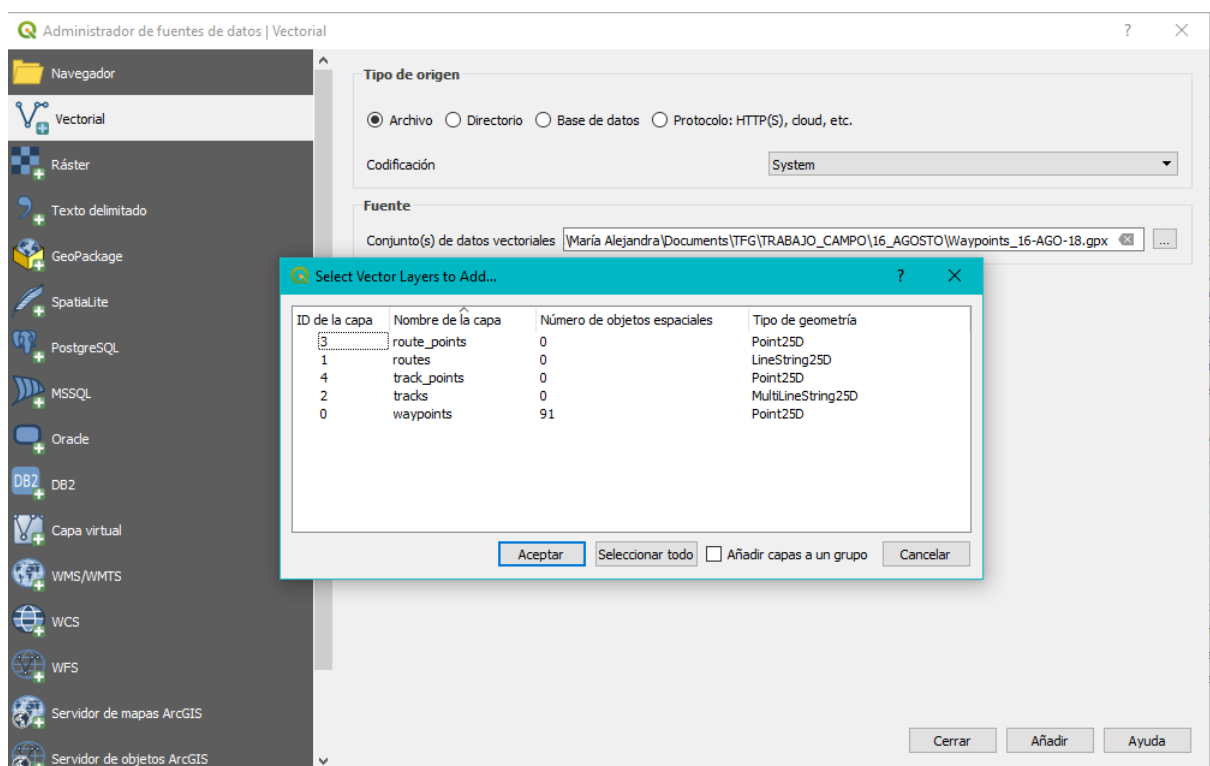


Figura 13. Selección del tipo de archivo.

Una vez subido el archivo se debe guardar como un archivo en formato shape, como se muestra en la Figura 14.

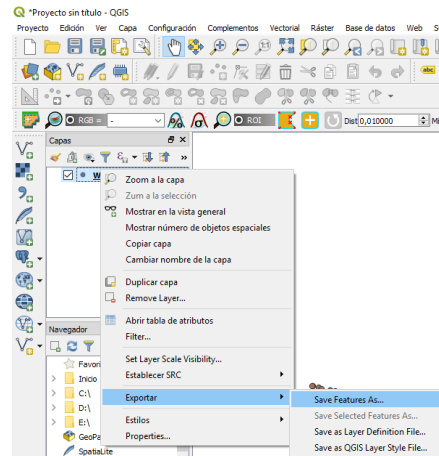


Figura 14. Proceso para guardar archivo en formato shape.

En la ventana emergente (Figura 15), en “Formato” se selecciona “Archivo shape de ESRI”, en “Nombre de la capa” se guarda con un nombre el nuevo archivo shape y en “SRC” se selecciona CRTM05. Las demás opciones no se modifican. Se da clic en “Aceptar”.



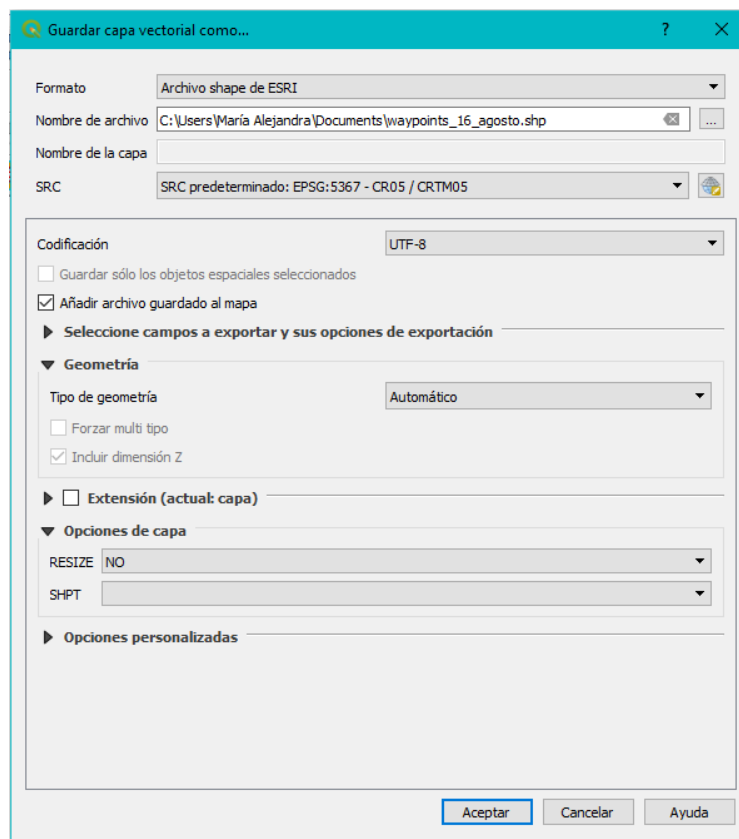




Figura 15. Configuración para guardar el archivo en formato shape.

En el nuevo shape creado, se abre la tabla de atributos como en la Figura 16. Una vez que se abre la tabla de atributos se selecciona la calculadora de campos , se crea una columna nueva llamada "COORD\_X" y se calculan dichas coordenadas dirigiéndose a geometría en la opción "\$x" como se muestra en la Figura 17. De igual forma se realiza para las coordenadas "Y" como se muestra en la Figura 18 con el resultado final. Con la herramienta  se eliminan todas las columnas dejando únicamente la columna llamada "name" y las columnas de las coordenadas calculadas.

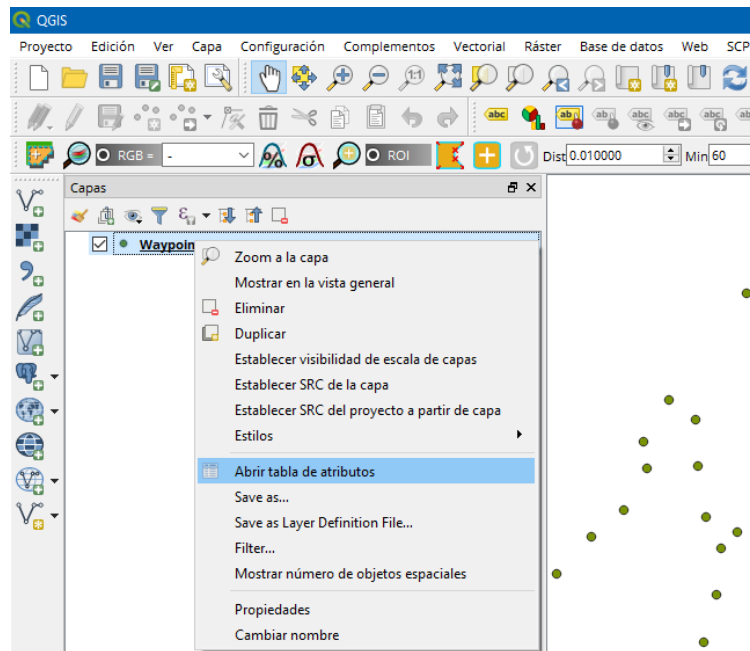


Figura 16. Proceso para abrir la tabla de atributos.

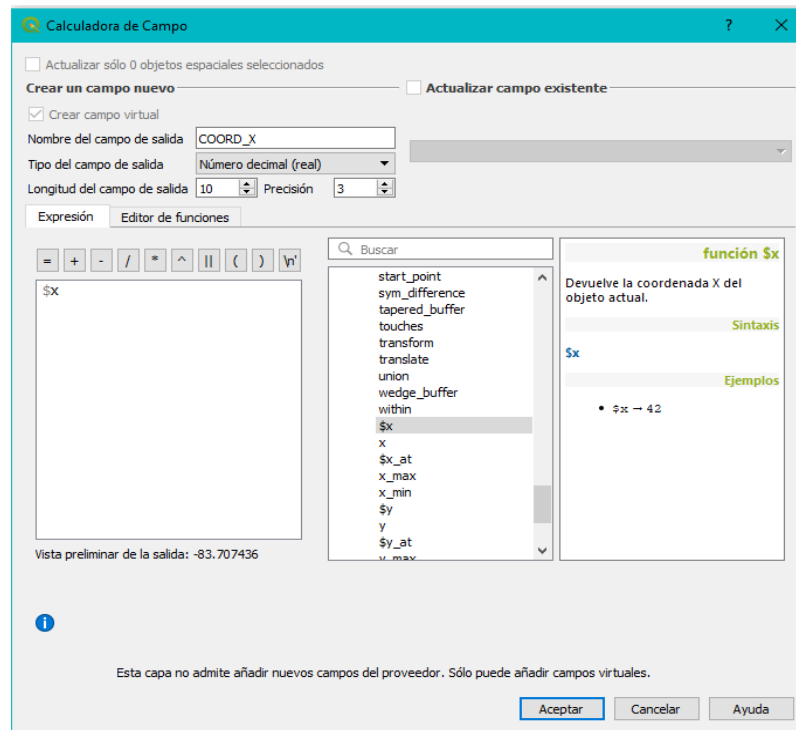


Figura 17. Configuración de la calculadora de campo para calcular las coordenadas.

waypoint\_16\_agosto :: Objetos totales: 91, Filtrados: 91, Seleccionados: 0

	name	COORD_X	COORD_Y
1	290	531 361,958	1 083 521,899
2	291	531 361,848	1 083 522,120
3	292	531 075,087	1 083 148,724
4	293	531 086,942	1 083 139,886
5	294	530 828,603	1 082 745,946
6	295	530 840,770	1 082 757,347
7	296	530 761,880	1 082 382,137
8	297	530 767,476	1 082 380,926
9	298	530 964,303	1 081 957,284
10	299	530 972,545	1 081 940,369
11	300	530 588,174	1 081 781,454
12	301	530 585,762	1 081 779,129
13	302	530 090,320	1 081 816,215
14	303	530 092,842	1 081 817,544
15	304	529 618,042	1 081 832,755
16	305	529 618,814	1 081 827,337
17	306	529 158,677	1 081 890,737

Mostrar todos los objetos espaciales.

Figura 18. Visualización de los campos creados.

Ir al panel de capas/seleccionar el reciente archivo shape creado/click derecho/guardar como. Se debe configurar de la siguiente forma: En “Formato” se selecciona “Valores separados por comas (CSV)”, en “Nombre de la capa” se guarda con un nombre el nuevo archivo y en “SRC” se selecciona CRTM05. Las demás opciones no se modifican. Se da clic en “Aceptar” (Figura 19).

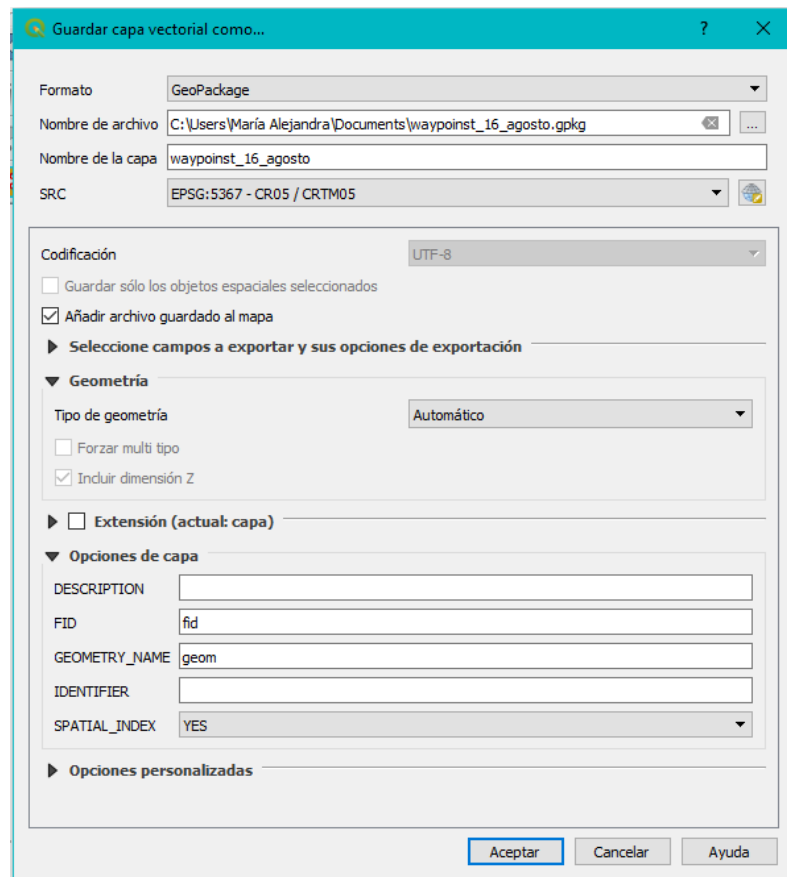


Figura 19. Configuración para guardar el archivo en formato CSV.

El archivo en formato “Valores separados por comas (CSV)” se abre en Excel donde se muestra como en la Figura 20.

1	name	COORD_X	COORD_Y
2	290	531361,958	1083521,899
3	291	531361,848	1083522,12
4	292	531075,087	1083148,724
5	293	531086,942	1083139,886
6	294	530828,603	1082745,946
7	295	530840,77	1082757,347
8	296	530761,88	1082382,137
9	297	530767,476	1082380,926
10	298	530964,303	1081957,284
11	299	530972,545	1081940,369
12	300	530588,174	1081781,454
13	301	530585,762	1081779,129

Figura 20. Columnas iniciales en el programa Excel.

El nombre de la columna “name” se sustituye por “ID” y se generan 7 nuevas columnas llamadas (figura 21):

“X” y “Y”: Donde se calculan las coordenadas a 50, 100 y 150 metros a partir de la coordenada (punto) original tomada con el GPS.

Distancia: Se escriben los valores de 50, 100 y 150, para poder realizar los cálculos más adelante.

Azimut: Dirección en grados a la cual se observó para identificar qué tipo de uso del suelo había en un lugar específico, además es la dirección hacia donde se tomaron las fotos.

USO: Es el código asignado por medio del documento “Sistema de clasificación del uso y la cobertura de la tierra para Costa Rica” Versión 1.1 (Grupo G6, 2018), a cada uso del suelo encontrado en campo. Por ejemplo: 1300 es Bosque Secundario.

NOMBRE: Es el nombre del Uso del suelo, según el código asignado.

OBS: Son las observaciones que se hayan apuntado en campo y que hayan ayudado a la identificación de algún uso del suelo.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	ID	COORD_X	COORD_Y	X	Y	DISTANCIA	AZIMUT	USO	NOMBRE_USO	OBS
1	290	531361,958	1083521,899							
2	291	531361,848	1083522,12							
3	292	531075,087	1083148,724							
4	293	531086,942	1083139,886							
5	294	530828,603	1082745,946							
6	295	530840,77	1082757,347							
7	296	530761,88	1082382,137							
8	297	530767,476	1082380,926							
9	298	530964,303	1081957,284							
10	299	530972,545	1081940,369							
11										

Figura 21. Columnas agregadas al documento de Excel.

Una vez agregadas las coordenadas de los puntos tomados en campo, se debe repetir cada una de estas tres veces, tanto para “COORD\_X” como para “COORD\_Y”, como

se observa en la Figura 22, además, se debe agregar en “DISTANCIA” los valores de 50,100 y 150 y el azimut.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	COORD_X	COORD_Y	X	Y	DISTANCIA	AZIMUT	USO	NOMBRE_USO	OBS
2	531361,958	1083521,899			50	197			
3	531361,958	1083521,899			100	197			
4	531361,958	1083521,899			150	197			
5	531361,848	1083522,12			50	43			
6	531361,848	1083522,12			100	43			
7	531361,848	1083522,12			150	43			

Figura 22. Forma de llenado de las columnas.

Seguidamente, se deben calcular las coordenadas reales (“X” y “Y”) a partir de las coordenadas conocidas (“COORD\_X” y “COORD\_Y”) a los 50, 100 y 150 metros por medio de las fórmulas propuestas por Jiménez (s.f) como se observa a continuación:

$$X_r = X_c + \text{seno}(A) * \text{Distancia}$$

$$Y_r = Y_c + \text{cos}(A) * \text{Distancia}$$

Donde:

$X_r$  /  $Y_r$ : Son las coordenadas reales a 50, 100 y 150 metros

$X_c$  /  $Y_c$ : Son las coordenadas conocidas, tomadas con el GPS

A: Azimut en radianes

Distancia: 50, 100 o 150 metros

Con base en las fórmulas anteriores, en el programa Excel, se debe realizar la fórmula como se observa en las Figuras 23 y 24 para el cálculo de las coordenadas “X” reales. Una vez, que la fórmula se realice para la primera casilla, se arrastra hasta la última para obtener las coordenadas reales de todas las casillas. Es importante resaltar que en la misma fórmula se pasa el azimut a radianes como lo indica la fórmula.

SUMA		:	X	✓	<i>f<sub>x</sub></i>	=A2+SENO(RADIANES(F2))*E2	
	A	B	C	D	E	F	
1	COORD X	COORD Y	X	Y	DISTANCIA	AZIMUT	
2	531361,958	1083521,899	=A2+SENO(RADI		50	197	
3	531361,958	1083521,899			100	197	
4	531361,958	1083521,899			150	197	
5	531361,848	1083522,12			50	43	
6	531361,848	1083522,12			100	43	
7	531361,848	1083522,12			150	43	

Figura 23. Cálculo de las coordenadas “X” a una distancia de 50 m.

C2		:			=A2+SENO(RADIANES(F2))*E2	
	A	B	C	D	E	F
1	COORD_X	COORD_Y	X	Y	DISTANCIA	AZIMUT
2	531361,958	1083521,899	531347,3394		50	197
3	531361,958	1083521,899	531332,7208		100	197
4	531361,958	1083521,899	531318,1022		150	197
5	531361,848	1083522,12			50	43
6	531361,848	1083522,12			100	43
7	531361,848	1083522,12			150	43

Figura 24. Cálculo de las coordenadas “X” a 50, 100 y 150 m.

De igual forma para las coordenadas “Y”, pero en lugar de SENO en la fórmula, se sustituye por COSENO como se muestra en la Figura 25.

SUMA

:

X

✓

*f<sub>x</sub>*

=B2+COS(RADIANES(F2))\*E2

	A	B	C	D	E	F
1	COORD_X	COORD_Y	X	Y	DISTANCIA	AZIMUT
2	531361,958	1083521,899	531347,3394	=B2+COS(RADIANES(F2))*E2	50	197
3	531361,958	1083521,899	531332,7208		100	197
4	531361,958	1083521,899	531318,1022		150	197
5	531361,848	1083522,12			50	43
6	531361,848	1083522,12			100	43
7	531361,848	1083522,12			150	43

Figura 25. Cálculo de las coordenadas “Y” a 50, 100 y 150 m.


Finalmente, se agrega la información tomada en campo en las casillas de “USO”, “NOMBRE\_USO” y “OBS” como se muestra en la Figura 26.

D2	=B2+COS(RADIANS(F2))*E2								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	COORD_X	COORD_Y	X	Y	DISTANCIA	AZIMUT	USO	NOMBRE_USO	OBS
2	531361,958	1083521,899	531347,3394	1083474,084	50	197	2110	Caña	
3	531361,958	1083521,899	531332,7208		100	197	2110	Caña	
4	531361,958	1083521,899	531318,1022		150	197	2110	Caña	
5	531361,848	1083522,12			50	43			
6	531361,848	1083522,12			100	43			
7	531361,848	1083522,12			150	43			

Figura 26. Información completa en el documento de Excel.

Nuevamente en el programa QGIS, se busca la opción “Añadir capa de texto



delimitada”  para subir el archivo de Excel con las coordenadas reales, el código y el nombre de su respectivo uso.

En la ventana emergente, en la casilla “Nombre del archivo” se debe buscar el archivo en formato “CSV delimitado por coma” en donde se haya guardado. Es importante que en las casillas de “COORD\_X” y “COORD\_Y”, se seleccionen los nombres de las columnas a la cuales se les aplicó la fórmula cuando se realizaron los cálculos. Los demás campos no se modifican. Se da clic en “Aceptar” (Figura 27). Se desplegará una ventana llamada “Selector de sistema de referencia de coordenadas” donde se debe seleccionar “CR05/CRTM05”.



**Crear una capa a partir de un archivo de texto delimitado**

Nombre de archivo: C:\Users\María Alejandra\Documents\TFG\TRABAJO\_CAMPO\procesamiento\_datos\_csv.csv Explorar...

Nombre de la capa: procesamiento\_datos\_csv Codificación: UTF-8

Formato de archivo: ☐ CSV (valores separados por coma) ☒ Delimitadores personalizados ☐ Delimitador de expresión regular

☐ Coma ☐ Tabulador ☐ Espacio ☐ Dos puntos ☒ Punto y coma

Otros delimitadores:  Comilla: "  Escape: \

Opciones de registro: Número de líneas de encabezamiento a descartar: 0 ☒ El primer registro tiene los nombres de campo

Opciones de campo: ☐ Recortar campos ☐ Descartar campos vacíos ☐ El separador decimal es la coma

Definición de geometría: ☒ Coordenadas del punto ☐ Texto bien conocido (WKT) ☐ Ninguna geometría (tabla solo de atributos)

Coordenada X: X  Coordenada Y: Y  ☐ Coordenadas GMS

Configuración de la capa: ☐ Usar índice espacial ☐ Usar índice de subconjuntos ☐ Vigilar archivo

	COORD_X	COORD_Y	X	Y	DISTANCIA	AZIMUT	USO	NOMBRE_USO	OBSERVACIONES
1	524121,018	1095549,475	524112,336	1095598,715	50	350	1310	Bosque secundario temprano	
2	524121,018	1095549,475	524103,653	1095647,956	100	350	1330	Bosque secundario tardío	
3	524119,159	1095541,732	524136,260	1095494,747	50	160	1330	Bosque secundario tardío	
4	524407,591	1095011,280	524362,651	1094989,361	50	244	2251	Café con sombra	Con banano
5	524407,591	1095011,280	524317,712	1094967,443	100	244	2251	Café con sombra	Con banano
6	524413,951	1095010,842	524457,252	1095035,842	50	60	1310	Bosque secundario temprano	
7	524413,951	1095010,842	524500,554	1095060,842	100	60	1310	Bosque secundario temprano	

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 27. Configuración de la ventana para subir un archivo CSV.

De esta forma (Figura 28) se muestran los puntos posicionados correctamente a los 50, 100 y 150 metros.

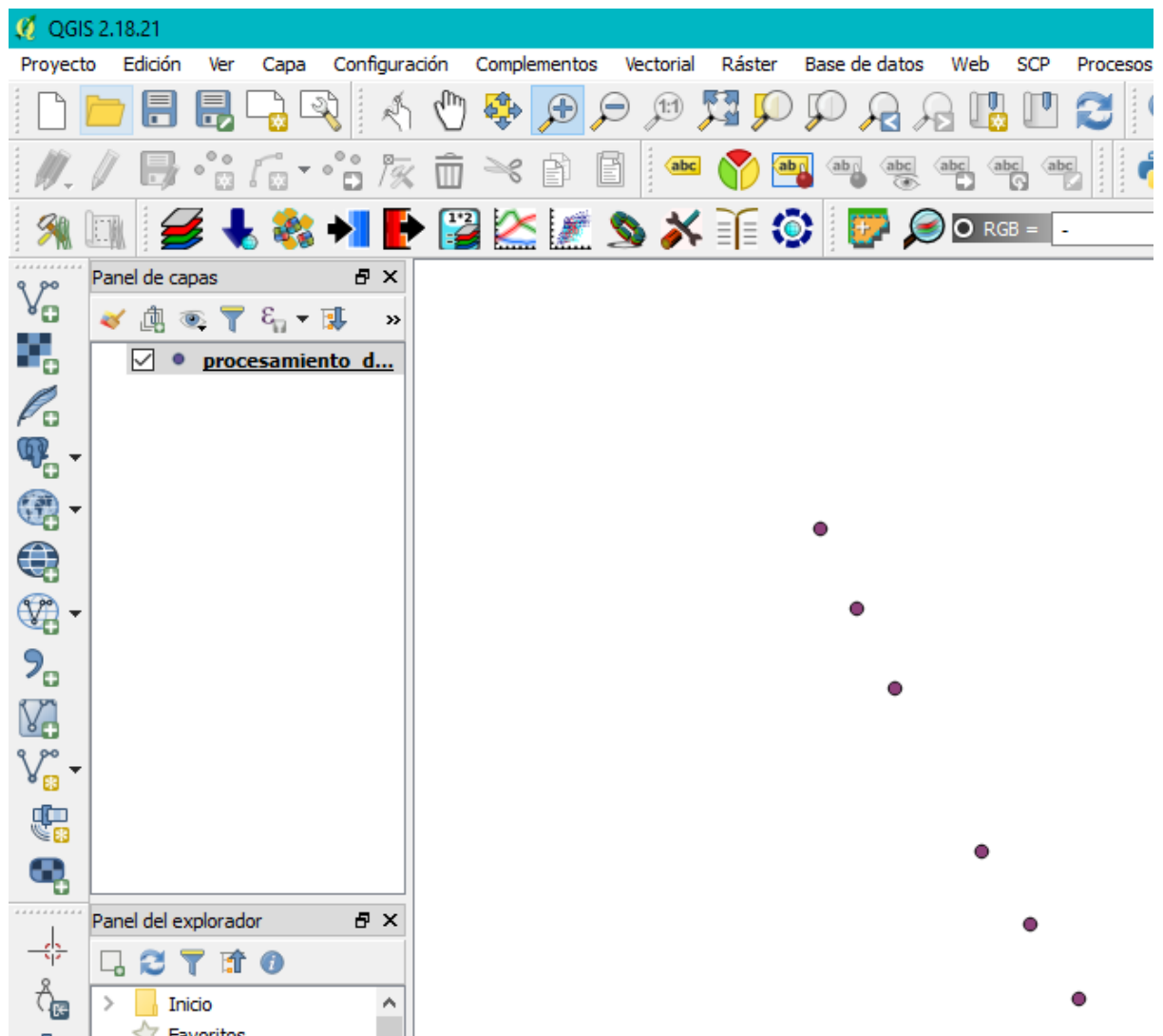


Figura 28. Posicionamiento correcto de los puntos a las distintas distancias en formato CSV.

Para poder seguir trabajando con los datos, se debe guardar el archivo en CSV en formato Shape. Ir al panel de capas/seleccionar la capa/click derecho/ guardar como (Figura 29). En la ventana emergente se configura de la siguiente forma: En “Formato” se selecciona “Archivo shape de ESRI”, en “File name” se guarda con un nombre del archivo y en “SRC” se selecciona CRTM05. Las demás opciones no se modifican. Se da clic en “Aceptar” (Figura 30).

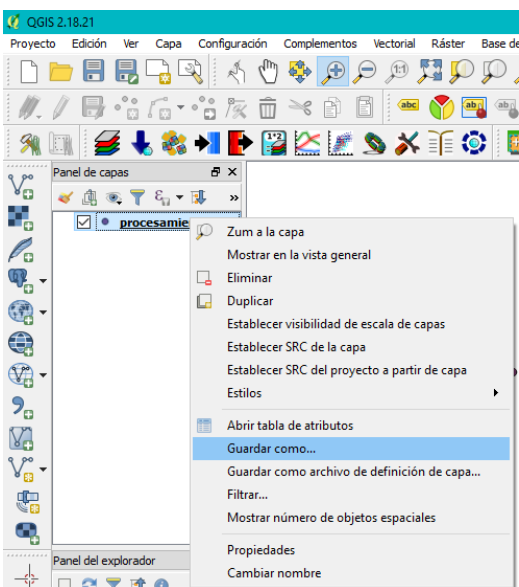


Figura 29. Guardar archivo CSV en formato shape.

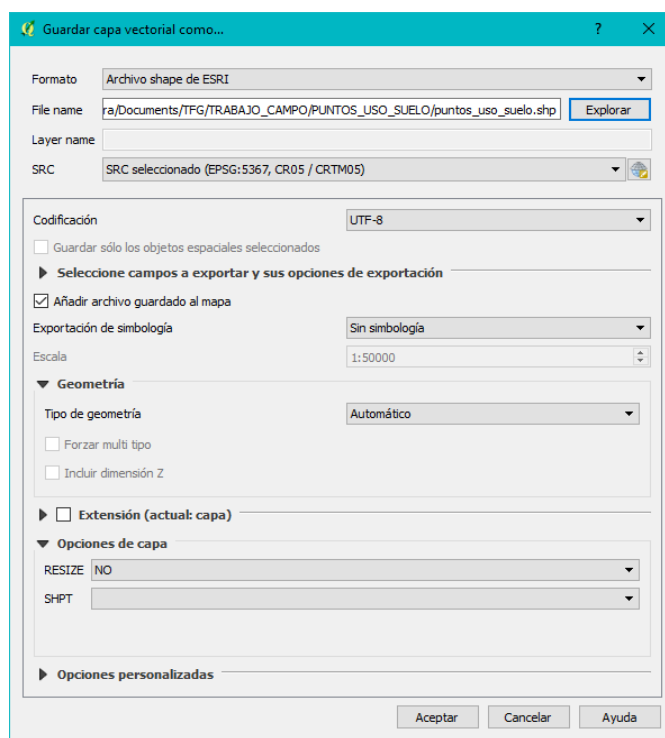


Figura 30. Configuración para guardar el archivo en formato shape (shp).

El resultado final se muestra en la Figura 31.

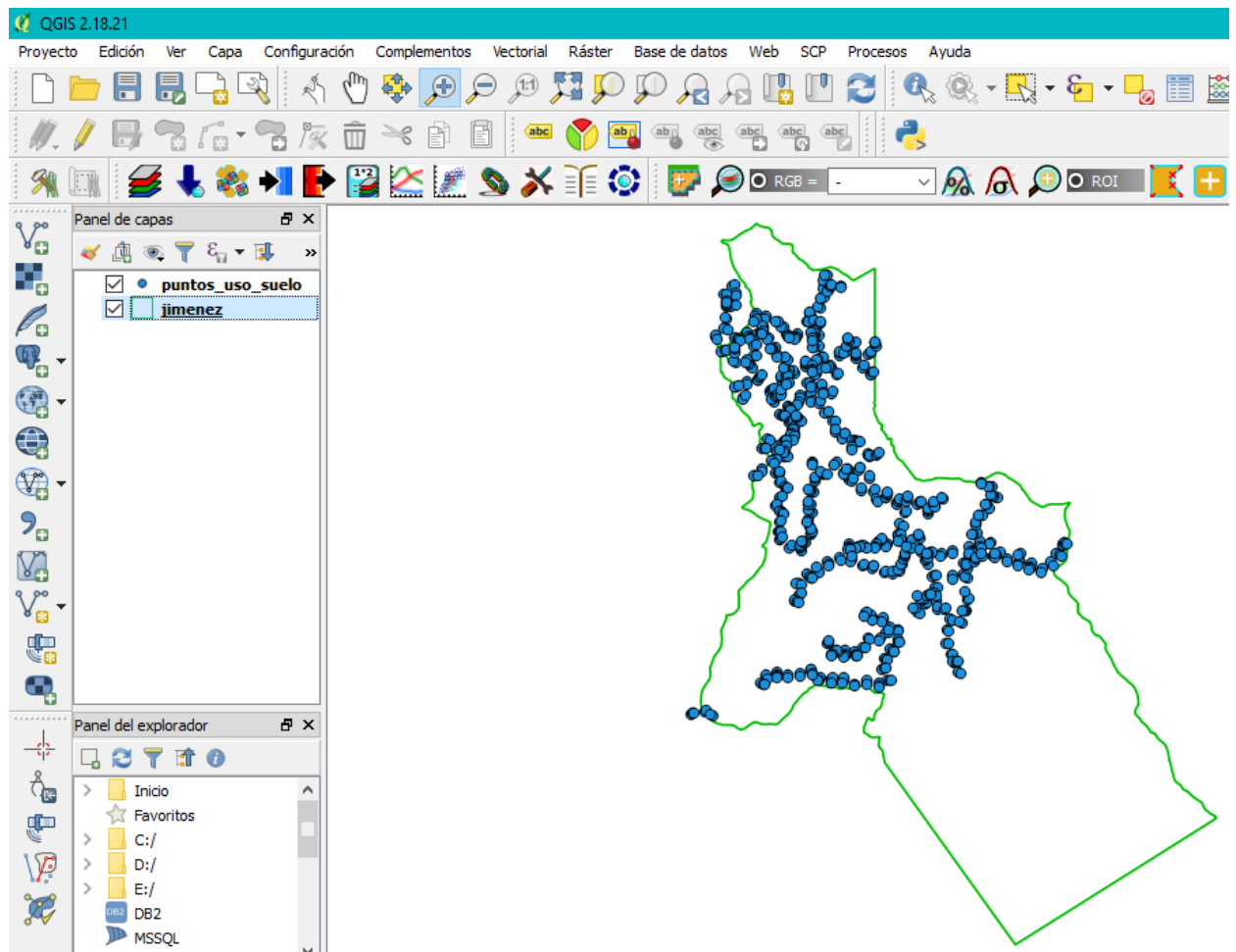


Figura 31. Visualización de los puntos para clasificación dentro del cantón Jiménez.

Una vez que se obtenga el archivo en formato shape y en CRTM05, se debe seleccionar un 70% de los datos para realizar la clasificación y un 30% para la validación. Para realizar este proceso de debe ir a Vectorial/Herramientas de investigación/Selección aleatoria dentro de subconjuntos como se muestra en la Figura 32.

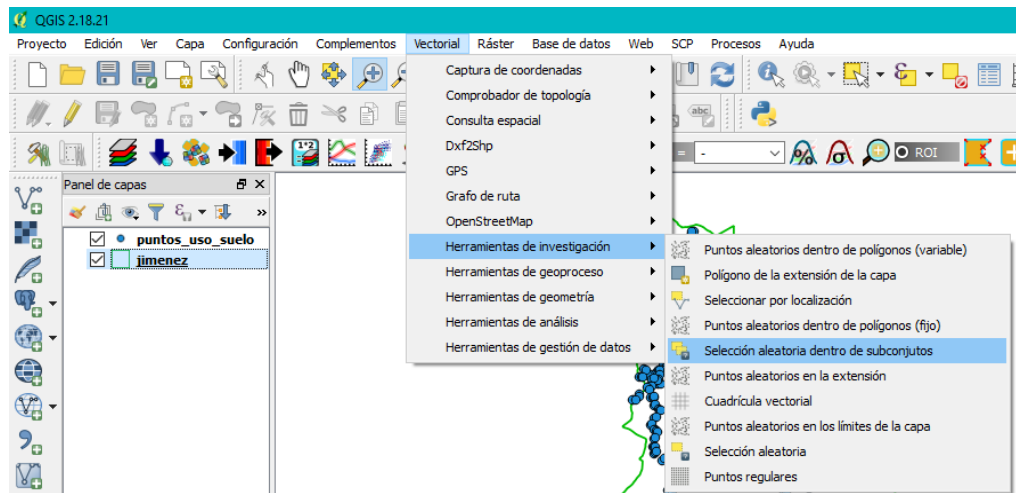


Figura 32. Selección de herramienta para dividir los datos a utilizar en la clasificación y la validación.

En la ventana emergente se configuran los espacios como se muestra en la siguiente Figura 33 y se da click en “Run”.

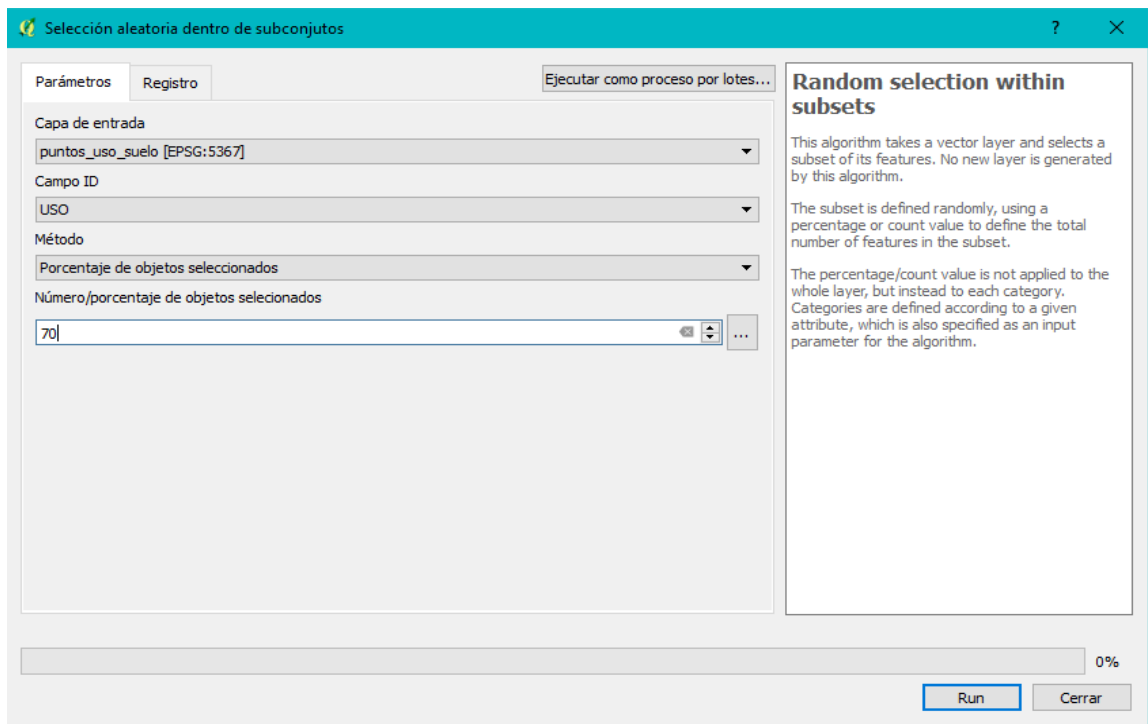


Figura 33. Configuración de la ventana selección aleatoria dentro de subconjuntos.

El proceso lo que hizo fue seleccionar el 70% de puntos de cada clase, por ejemplo si existen 10 puntos con el código 2110, entonces 7 fueron seleccionados. El resultado se muestra en la Figura 34.

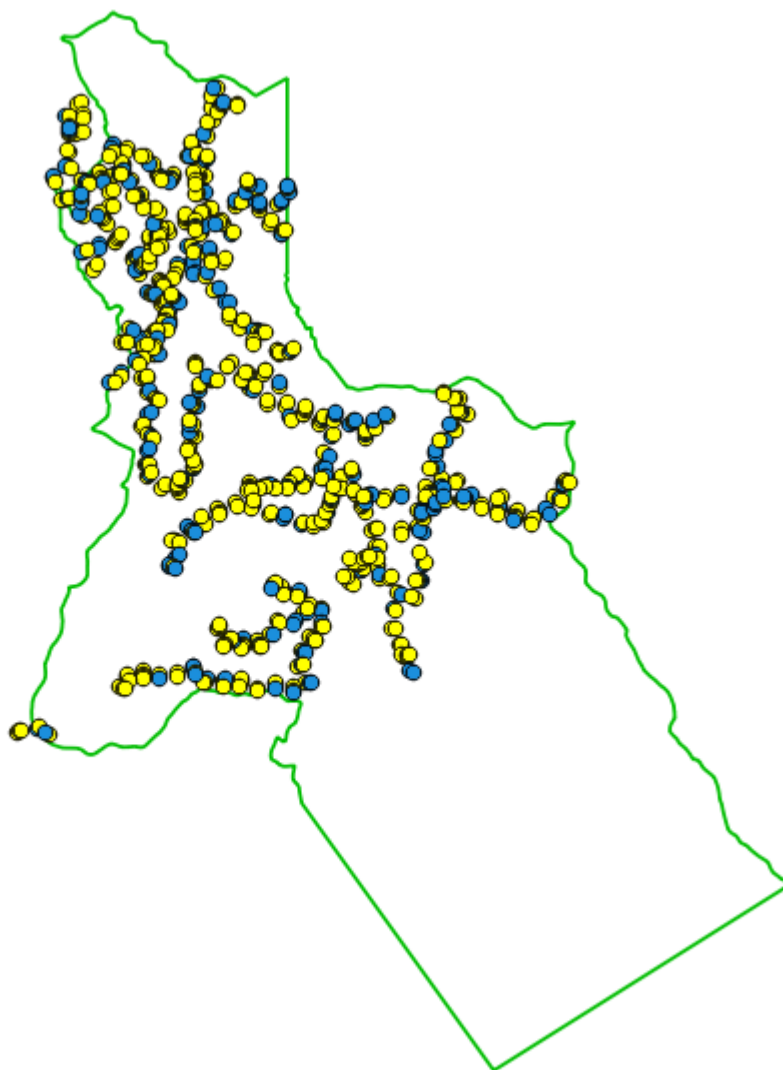


Figura 34. Visualización de los puntos seleccionados.

Para guardar únicamente el 70% de los puntos seleccionados se debe ir al panel de capas/seleccionar la capa/click derecho/guardar como como se observa en la Figura 29. En la ventana emergente se debe configurar de la siguiente forma: En “file name” se selecciona dónde guardar el archivo y se le pone un nombre el cual puede ser

puntos para clasificación, marcar la casilla “Guardar solo los objetos espaciales seleccionados” y verificar que el formato en el que se guardará se mantenga como shape y el SRC sea CRTM05. Las demás opciones no se modifican. Se da clic en Aceptar (Figura 35).

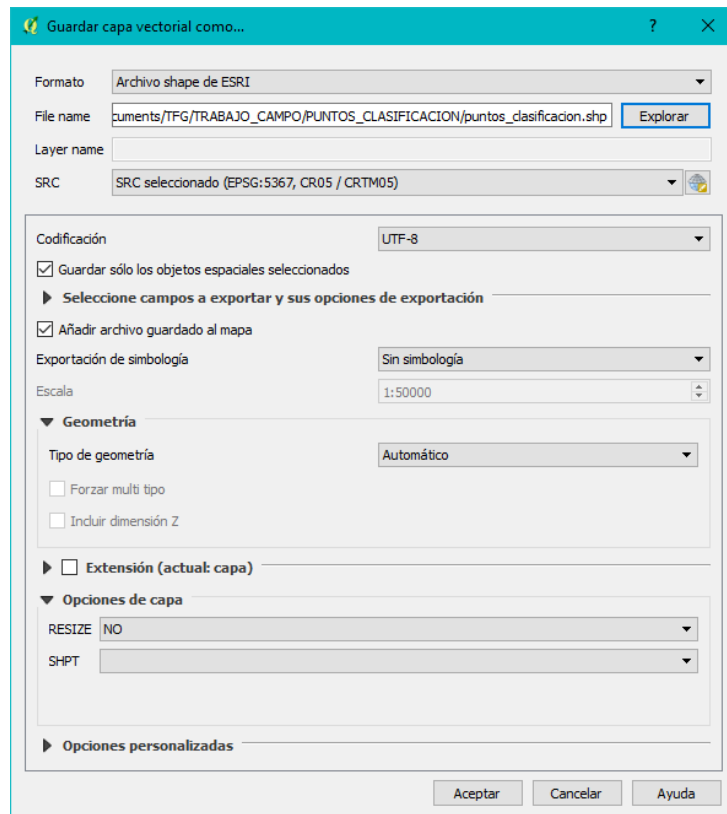


Figura 35. Configuración para guardar los puntos para clasificar.

Ahora se tiene una capa con el 70% de los datos a utilizar en la clasificación como se muestra en la Figura 36.

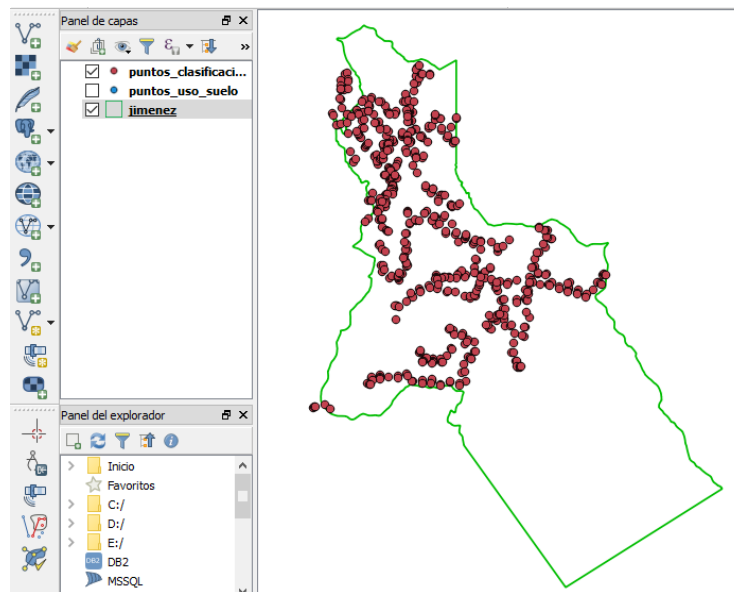



Figura 36. Puntos para la clasificación.

Seguidamente para guardar el restante 30% de los puntos que se utilizarán para la validación se debe dar click derecho en la capa que contiene todos los puntos/Abrir tabla de atributos. Se busca la opción invertir selección  y de esta forma se seleccionará el 30% de los puntos restantes como se muestra en la Figura 37.

puntos\_uso\_suelo :: Objetos totales: 845, filtrados: 845, seleccionados: 252

	COORD_X	COORD_Y	X	Y	DISTANCIA	AZIMUT	USO	NOMBRE_USO	OBSERVACIO
1	524121.0179999...	1095549.475000...	524112.3360000...	1095598.715000...	50	350	1310	Bosque secundar...	
2	524121.0179999...	1095549.475000...	524103.6529999...	1095647.956000...	100	310	1330	Bosque secundar...	
3	524119.1589999...	1095541.732000...	524136.2600000...	1095494.746999...	50	160	1330	Bosque secundar...	
4	524407.5910000...	1095011.280000...	524362.6509999...	1094989.361000...	50	244	2251	Café con sombra	Con banano
5	524407.5910000...	1095011.280000...	524317.7120000...	1094967.442999...	100	244	2251	Café con sombra	Con banano
6	524413.9510000...	1095010.841999...	524457.2519999...	1095035.841999...	50	60	1310	Bosque secundar...	
7	524413.9510000...	1095010.841999...	524500.5540000...	1095060.841999...	100	60	1310	Bosque secundar...	
8	524850.9209999...	1094573.946999...	524887.4889999...	1094539.847000...	50	133	3120	Pastos naturales ...	
9	524845.6539999...	1094579.472999...	524805.7219999...	1094609.564000...	50	307	2251	Café con sombra	
10	525469.3919999...	1094457.029000...	525493.6319999...	1094413.297999...	50	151	2251	Café con sombra	
11	525469.3919999...	1094457.029000...	525517.8730000...	1094369.567000...	100	151	2251	Café con sombra	
12	525469.3919999...	1094457.029000...	525542.1130000...	1094325.835999...	150	151	2251	Café con sombra	
13	525469.6069999...	1094463.002000...	525441.6469999...	1094504.453999...	50	326	2251	Café con sombra	
14	525469.6069999...	1094463.002000...	525413.6879999...	1094545.905999...	100	326	2251	Café con sombra	
15	525800.5119999...	1093925.401000...	525785.8930000...	1093877.585999...	50	197	5120	Zona urbana desc...	
16	525800.5119999...	1093925.401000...	525771.2750000...	1093829.770999...	100	197	5120	Zona urbana desc...	
17	525807.9610000...	1093937.351000...	525842.0609999...	1093973.918999...	50	43	5120	Zona urbana desc...	
18	525807.9610000...	1093937.351000...	525876.1609999...	1094010.486000...	100	43	2110	Caña	
19	525807.9610000...	1093937.351000...	525910.2610000...	1094047.054000...	150	43	2110	Caña	
20	526734.8839999...	1093890.459999...	526746.1319999...	1093841.740999...	50	167	2110	Caña	

Figura 37. Tabla de atributos con proceso de inversión de datos seleccionados.



Para guardar estos puntos se realiza el mismo procedimiento que para guardar los puntos de clasificación y el resultado final se muestra en la Figura 38.

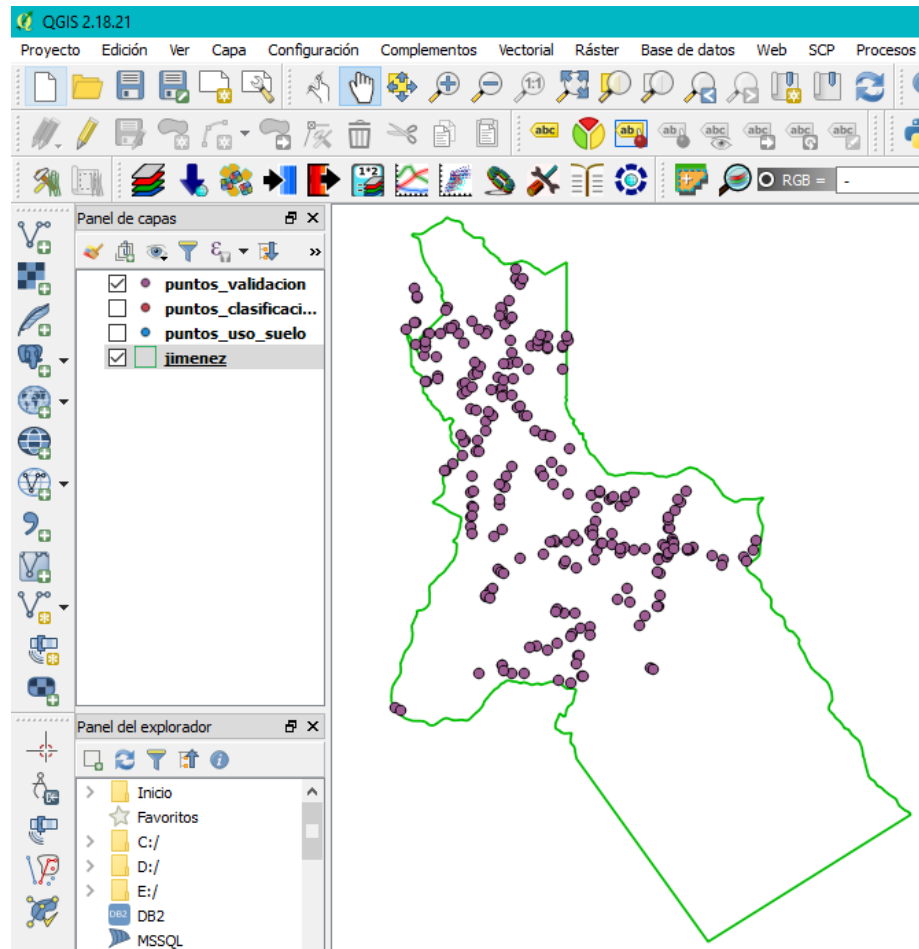


Figura 38. Visualización de los puntos para validación.

### **Procedimiento para la clasificación de uso del suelo**

#### **Diseño y elaboración de zonas de entrenamiento en QGIS 3.2**

Para la digitalización de las zonas de entrenamiento se deben subir la capa ráster de la imagen satelital Landsat 8 ya corregida y la capa de puntos del cantón de Jiménez en formato “shape” como se muestra en la Figura 39. Además, la herramienta a utilizar es SCP.

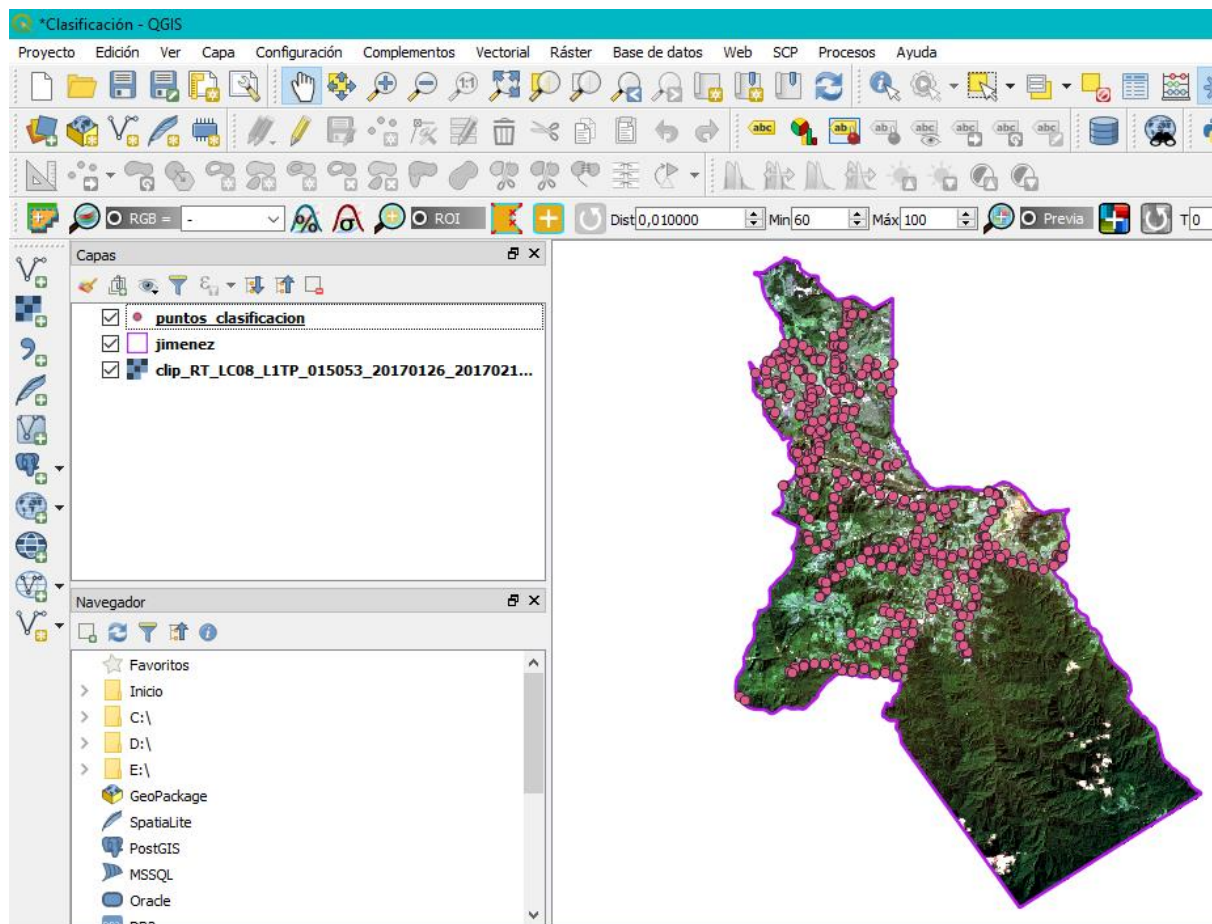



Figura 39. Capas a utilizar para realizar la clasificación supervisada.

Se debe buscar la herramienta SCP en la barra de herramientas, en la parte superior izquierda o en el símbolo . Al abrir la herramienta se despliegan dos ventanas (Figuras 40 y 41).

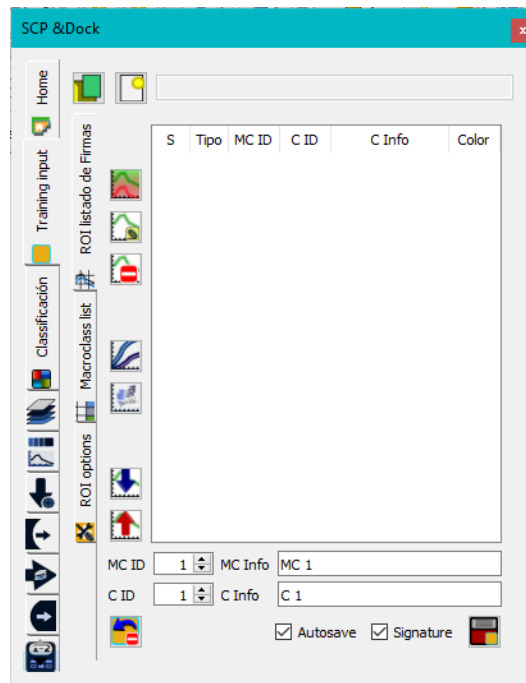


Figura 40. Ventana SCP&Dock de la herramienta SCP.

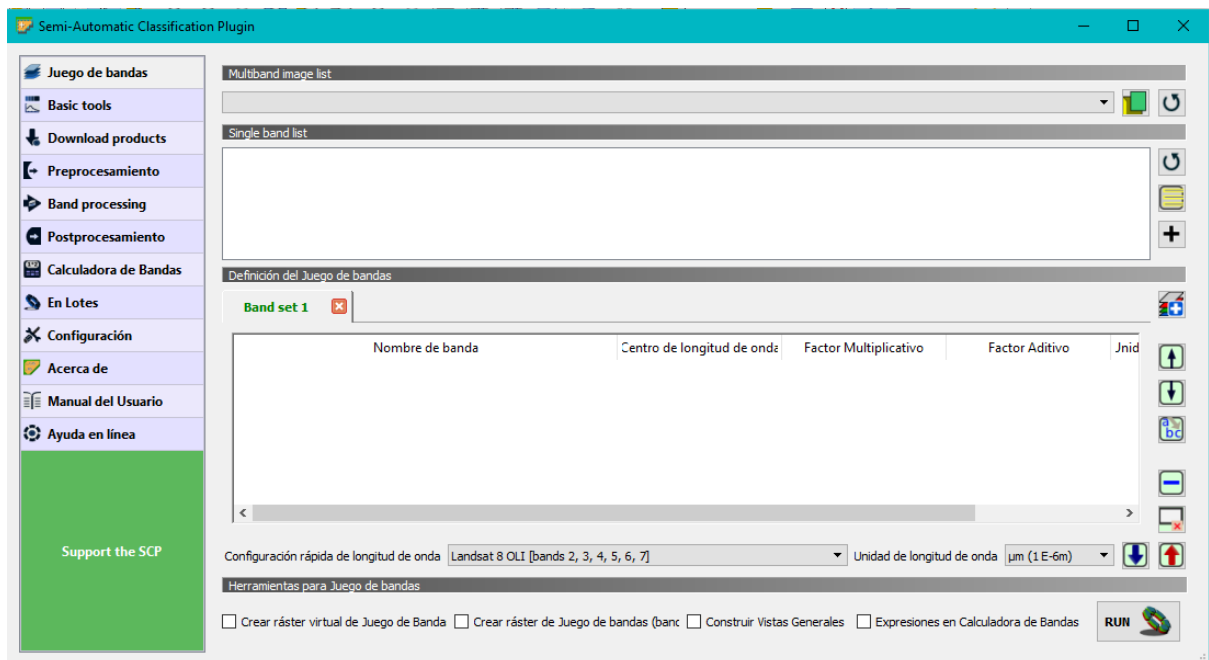



Figura 41. Ventana “Juego de bandas” de la herramienta Semi-Automatic Classification.

En la ventana de la Figura 41, seleccione el ícono  para refrescar las imágenes satelitales que se encuentran en el panel de capas, luego proceda a buscar la correspondiente. Además, se debe configurar la ventana como en la Figura 42.

Posterior a la selección se visualizará en “Band set 1” las bandas con las que cuenta la imagen satelital. En la parte inferior, en la opción “Configuración rápida de longitud de onda” se selecciona “Landsat 8 OLI (bands 2,3,4,5,6,7)”. Por último se cierra la ventana en la esquina superior derecha.

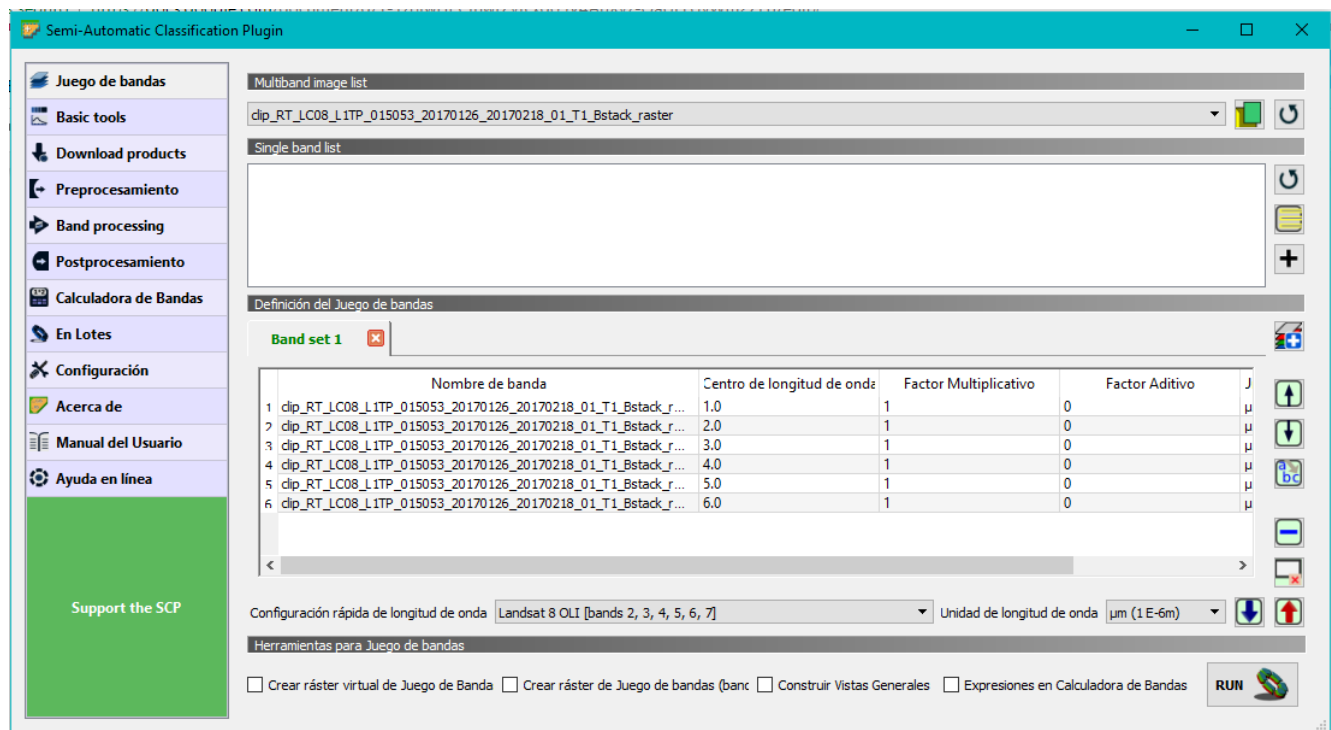


Figura 42. Configuración de ventana para subir la imagen satelital.

Ir a la otra ventana de la herramienta SCP e ir al ícono  Training input (Figura 43).

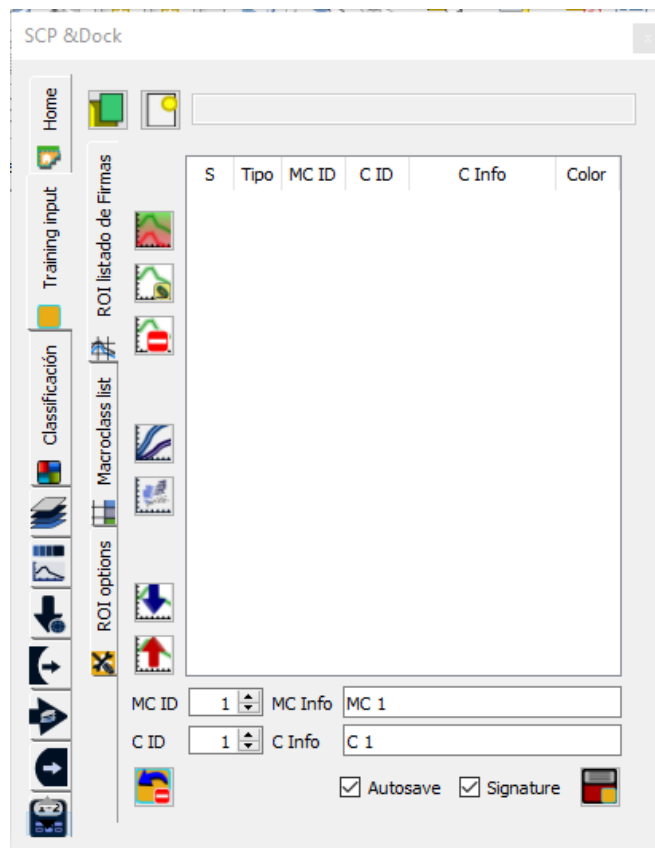



Figura 43. Ventana “Training input”.

Seleccione el ícono  para crear un “Crear un nuevo entrenamiento de entrada” donde se debe guardar un archivo para las áreas de entrenamiento que se van a crear. Nombrar el archivo según corresponda como se muestra en la Figura 44.

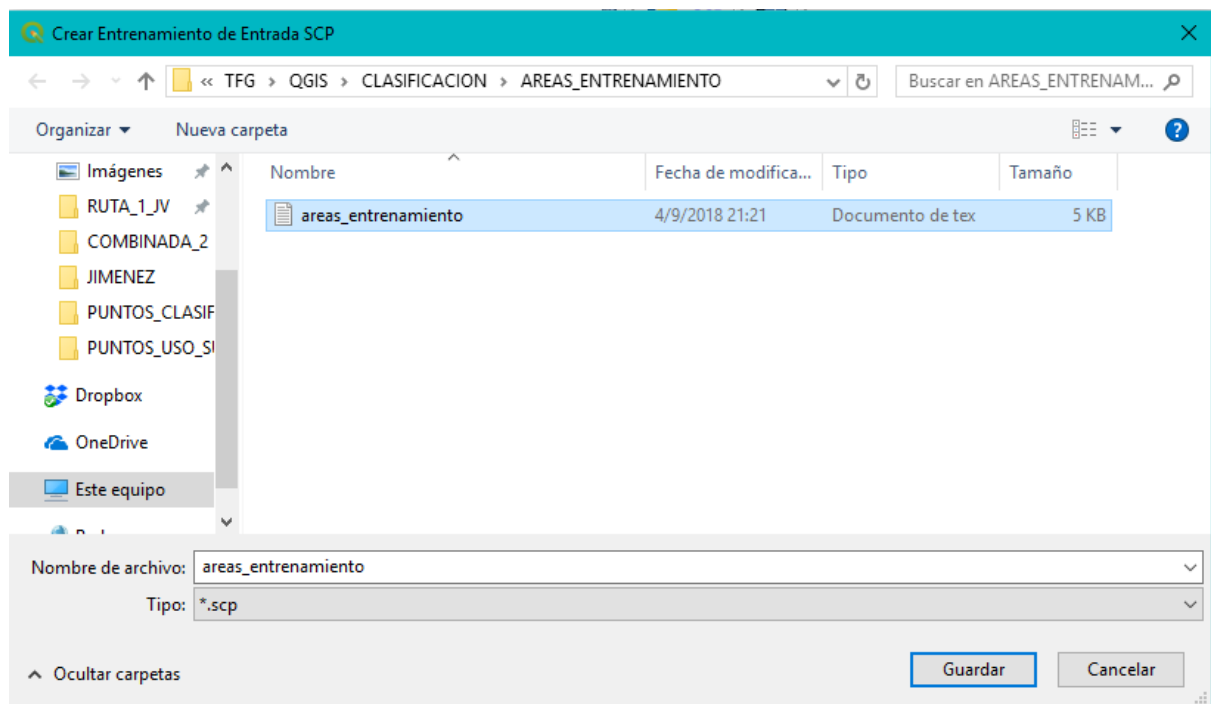


Figura 44. Guardar documento con “Áreas de entrenamiento”.

Una vez guardado el archivo, se procede a crear las áreas de entrenamiento. Las áreas de entrenamiento son polígonos que se realizan sobre la imagen satelital donde se obtiene información del uso del suelo de los puntos tomados en campo y el uso que indica la imagen satelital por medio de sus colores.

Antes de realizar las zonas de entrenamiento, es importante poner la etiqueta a cada uno de los puntos de acuerdo al código de uso del suelo. También se pueden seleccionar los puntos de la clase que se está dibujando en la tabla de atributos para diferenciarlos de los demás como se observa en las Figuras 45 y 46.

puntos\_clasificacion :: Objetos totales: 565, Filtrados: 565, Seleccionados: 21

	fid	COORD_X	COORD_Y	X	Y	DISTANCIA	AZIMUT	USO	NOMBRE_USO	OBSERVACION
1	64	527 756,527000...	1 096 196,28700...	527 706,527000...	1 096 196,28700...	50	270	1 310	Bosque secundario temprano	
2	92	527 938,327999...	1 096 213,23600...	527 891,969000...	1 096 194,50600...	50	248	1 310	Bosque secundario temprano	
3	93	527 938,327999...	1 096 213,23600...	527 845,609999...	1 096 175,77499...	100	248	1 310	Bosque secundario temprano	
4	199	527 215,128000...	1 091 797,65500...	527 240,128000...	1 091 754,35400...	50	150	1 310	Bosque secundario temprano	
5	222	525 236,349999...	1 093 196,72699...	525 268,488999...	1 093 235,02900...	50	40	1 310	Bosque secundario temprano	
6	200	527 216,770999...	1 091 800,31099...	527 201,319999...	1 091 847,86400...	50	342	1 310	Bosque secundario temprano	
7	203	527 107,386000...	1 091 709,54000...	527 105,640999...	1 091 759,51000...	50	358	1 310	Bosque secundario temprano	
8	204	527 075,091000...	1 091 630,77200...	527 066,408999...	1 091 581,53199...	50	190	1 310	Bosque secundario temprano	
9	206	527 202,923999...	1 091 543,38400...	527 207,282000...	1 091 593,19399...	50	5	1 310	Bosque secundario temprano	
10	207	527 202,923999...	1 091 543,38400...	527 211,640000...	1 091 643,00300...	100	5	1 310	Bosque secundario temprano	
11	248	528 815,665000...	1 092 228,10599...	528 765,694999...	1 092 226,36100...	50	268	1 310	Bosque secundario temprano	
12	472	527 445,398000...	1 082 142,18699...	527 437,576000...	1 082 092,80300...	50	189	1 310	Bosque secundario temprano	
13	476	526 538,471000...	1 082 191,40400...	526 527,222999...	1 082 142,68500...	50	193	1 310	Bosque secundario temprano	
14	471	527 445,836000...	1 082 143,40400...	527 444,962999...	1 082 193,39599...	50	359	1 310	Bosque secundario temprano	
15	483	525 932,326000...	1 081 796,47699...	525 982,052000...	1 081 791,25099...	50	96	1 310	Bosque secundario temprano	
16	496	533 469,579000...	1 084 346,92200...	533 422,302999...	1 084 363,19999...	50	289	1 310	Bosque secundario temprano	
17	260	529 671,619999...	1 091 442,88700...	529 622,106999...	1 091 435,92800...	50	262	1 310	Bosque secundario temprano	
18	259	529 574,319999...	1 091 467,13899...	529 527,334999...	1 091 484,23999...	50	290	1 310	Bosque secundario temprano	
19	303	523 670,643999...	1 080 728,70399...	523 709,500999...	1 080 760,16999...	50	51	1 310	Bosque secundario temprano	
20	274	527 892,831000...	1 093 613,28300...	527 914,750000...	1 093 658,22299...	50	26	1 310	Bosque secundario temprano	
21	304	523 953,798999...	1 080 545,62800...	524 002,880000...	1 080 536,08799...	50	101	1 310	Bosque secundario temprano	

Figura 45. Selección de los puntos de la clase 1310.

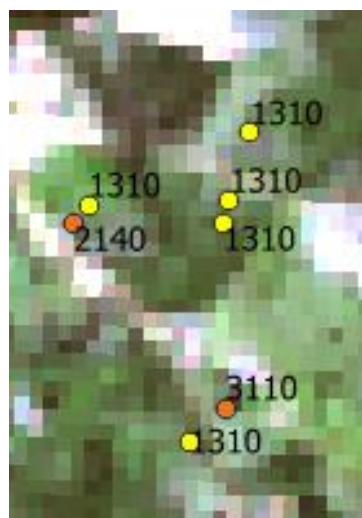

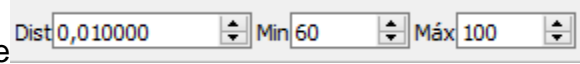


Figura 46. Visualización de los puntos para clasificación con etiquetas y marcados en amarillo.

Para realizar las zonas de entrenamiento se debe buscar en la barra de herramientas el ícono . Esta herramienta va a generar el área de entrenamiento alrededor del punto tomado en campo con un uso específico y por medio del color de los píxeles, este la generará sola. Se puede modificar ciertos parámetros para aumentar el tamaño del área de entrenamiento, sin embargo se debe verificar que el polígono que genere sí esté tomando en cuenta un área específica para ese uso. Es importante comparar con una imagen de Bing Aerial o Google Satellite. El parámetro que se puede modificar para aumentar el área en el siguiente . Este se encuentra en la barra de herramientas y únicamente se debe modificar la casilla llamada “Dist”. En área de entrenamiento ya creada se observa en la Figura 47.

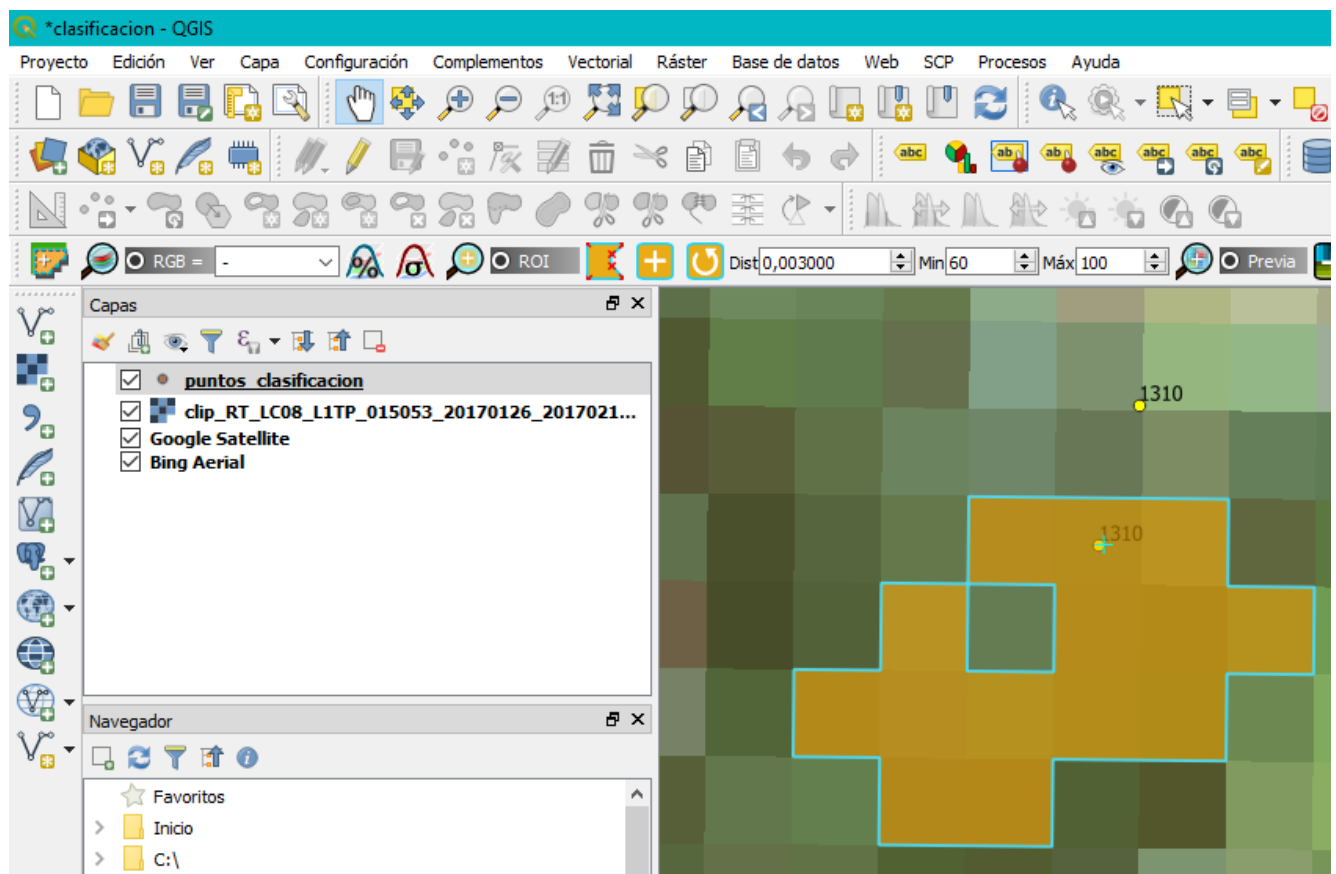


Figura 47. Área de entrenamiento dibujada.



Una vez creado el polígono, se llenará la información del código y el nombre de la clase en la ventana ubicada en la parte inferior izquierda. Para este ejemplo se llenará de la siguiente forma (Figura 48):

MC ID: 1000 MC Info: Manejo y conservación de bosques

C ID: 1300 C Info: Bosque secundario

**Nota:** Para la elaboración de las áreas de entrenamiento es recomendable realizar 10 áreas para cada clase distinta cuando sí se dispongan de la totalidad de puntos.

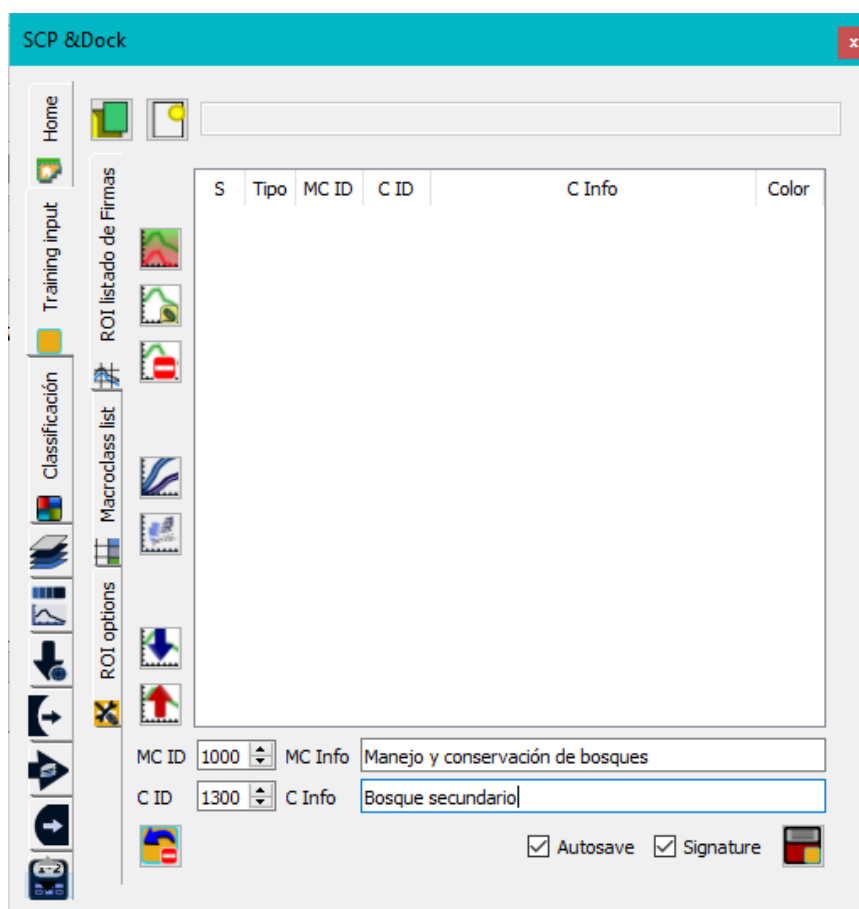



Figura 48. Llenado de código y nombre de las clases para crear un área de entrenamiento.

Por último se debe guardar cada área de entrenamiento en el ícono  "Guardar el ROI temporal en el entrenamiento de entrada". Posteriormente, se observa un polígono con el área de entrenamiento creada como se muestra en la Figura 49.

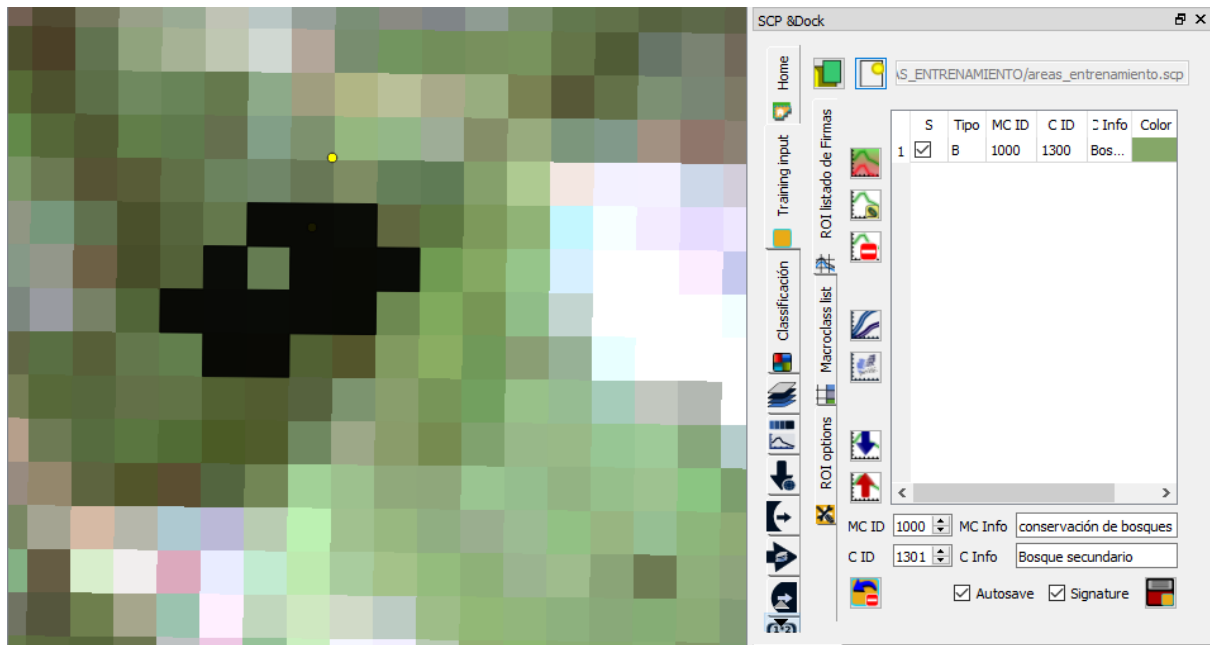


Figura 49. ROI en el “Entrenamiento de entrada”.

**Nota:** Área de entrenamiento y ROI (Region of interest) poseen el mismo significado.

Se procede a realizar el resto de las áreas de entrenamiento. Se debe tomar en cuenta que al realizar la próxima área de entrenamiento en donde se pone el código (C ID) después de crear un ROI, el número que aparece es consecutivo con el que se inició. Por lo tanto se debe cambiar al número de código que se desea cada vez que se realiza uno nuevo. Por ejemplo en este caso el código correspondía a 1300 y el próximo código que aparece en 1301, por lo tanto hay que corregirlo (Figura 50).

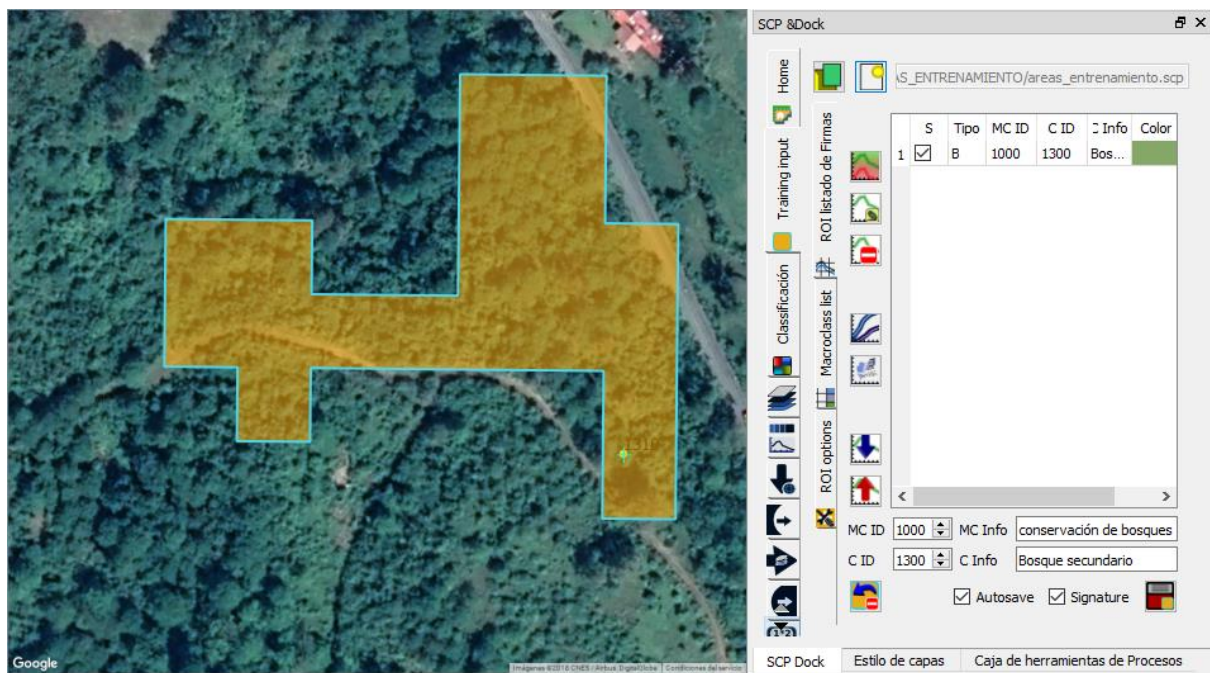



Figura 50. Corrección del código de clases.

### Verificación con gráfico de firmas espectrales e imagen Satelital

Varias de las formas para ir clasificando con mayor seguridad es ir intercalando la imagen combinada en formato ráster con la imagen satelital de Bing o Google y verificar si se está clasificando correctamente (Figura 51).



Figura 51. Comparación de la imagen combinada en formato ráster y la imagen satelital de Google.

Otra forma de verificar que las áreas de entrenamiento que se están realizando de una forma correcta, es por medio de las firmas espectrales en el ícono . Se deben seleccionar las firmas espectrales que se desean comparar para saber si se sigue el mismo patrón, como se muestra en la Figura 52.

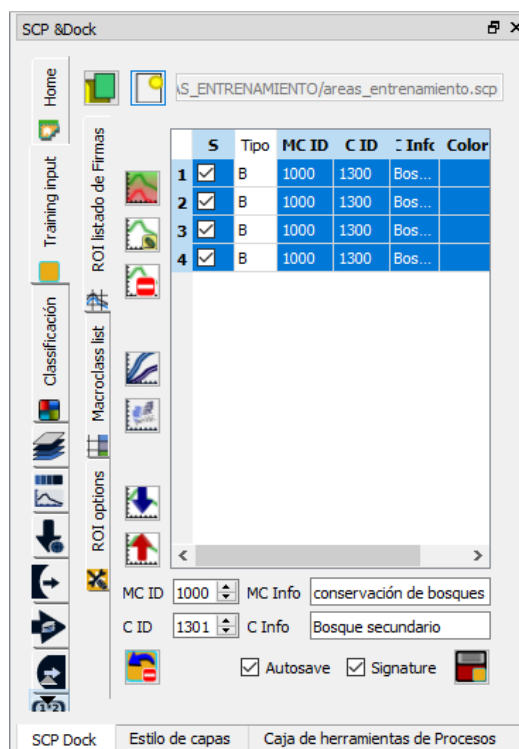



Figura 52. Verificación de las áreas de entrenamiento con el gráfico.

Con el gráfico se puede observar que ambas áreas de entrenamiento poseen un mismo o similar comportamiento por lo que se puede decir que se realizaron correctamente, como se muestra en la Figura 53. Además, se puede verificar con el cálculo de distancias espectrales el estadístico llamado “Distancia euclidiana” la cual se utiliza específicamente para analizar datos que se van a utilizar en una clasificación mediante el método “Distancia mínima” que es el que se utilizará. En la ventana de los gráficos espectrales ir al ícono . Cuando este valor se acerca a “0” en porque las firmas espectrales son idénticas e incrementa con la distancia entre estas (Congedo,

2018), como se observa en la Figura 55. Además, se puede tomar en cuenta el estadístico llamado “Similaridad de Bray-Curtis” donde se relacionan dos muestras con respecto su firma espectral; donde adquieren valor “0” las firmas que son completamente distintas y conforma mayor similitud se acerca al valor “100” (Congedo, 2018).

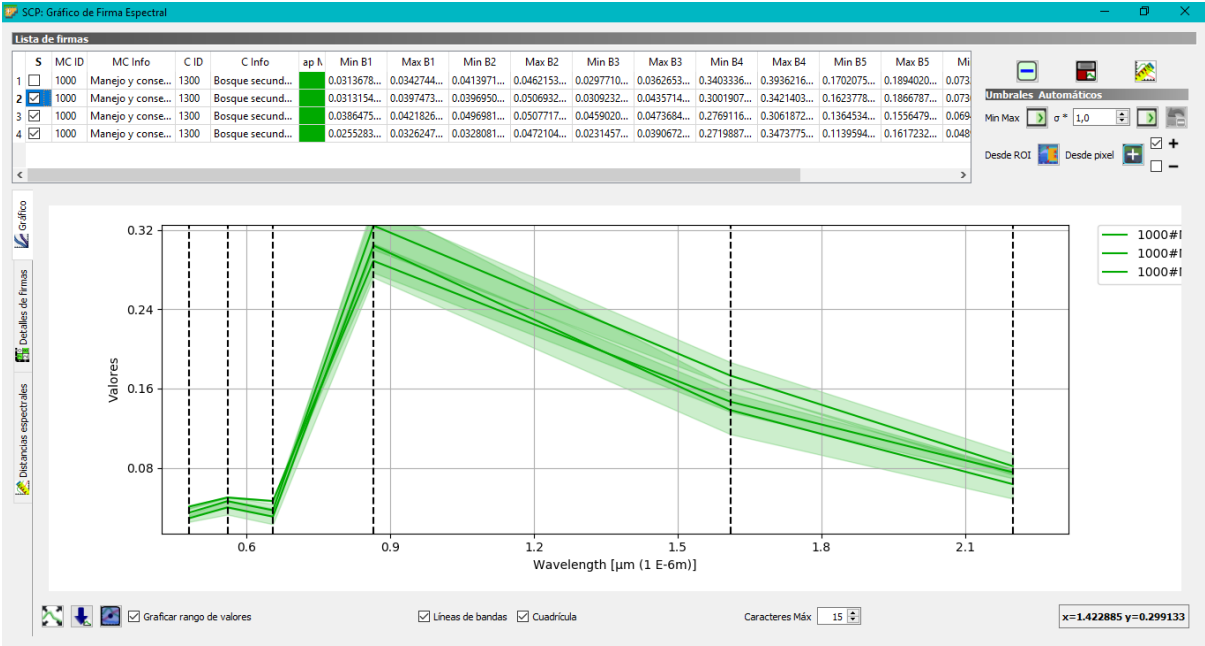


Figura 53. Verificación de las áreas de entrenamiento con el gráfico para el uso 1300.

	MC_ID = 2000 MC_info = Agricultura C_ID = 2110 C_info = Caña
	MC_ID = 2000 MC_info = Agricultura C_ID = 2110 C_info = Caña
Jeffries-Matusita distance	1.77374265996
Spectral angle	1.16369509865
Euclidean distance	0.0393816823049
Bray-Curtis similarity [%]	94.2739708264

	MC_ID = 2000 MC_info = Agricultura C_ID = 2110 C_info = Caña
	MC_ID = 2000 MC_info = Agricultura C_ID = 2110 C_info = Caña
Jeffries-Matusita distance	1.32916780162
Spectral angle	0.846326780604
Euclidean distance	0.00515834336583
Bray-Curtis similarity [%]	99.1773704896

Figura 54. Análisis de distancia euclidiana para datos correspondientes al uso 2110.

Una vez realizadas las áreas de entrenamiento, se guardará este archivo como un archivo shape de ESRI para cada uno de los usos. Se selecciona en la tabla de atributos de la capa de las áreas de entrenamiento el uso que se desea como se muestra en la Figura 55.

	MC_ID	MC_info	C_ID	C_info	SCP_UID
1	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1134...
2	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1310...
3	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1145...
4	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1323...
5	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1313...
6	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1329...
7	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1327...
8	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1057...
9	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1057...
10	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1057...
11	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1057...
12	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1058...
13	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1058...
14	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1057...
15	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1057...
16	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1057...
17	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1057...
18	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1057...
19	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1057...
20	1 000	Manejo y conser...	1 300	Bosque secundario	20180920_1057...

Figura 55. Proceso para guardar cada uso en formato shape.

Dar click derecho en la capa de áreas de entrenamiento e ir a “guardar como”. Una vez en la ventana emergente se selecciona “Guardar solo los objetos espaciales seleccionados” como se muestra en la Figura 56.

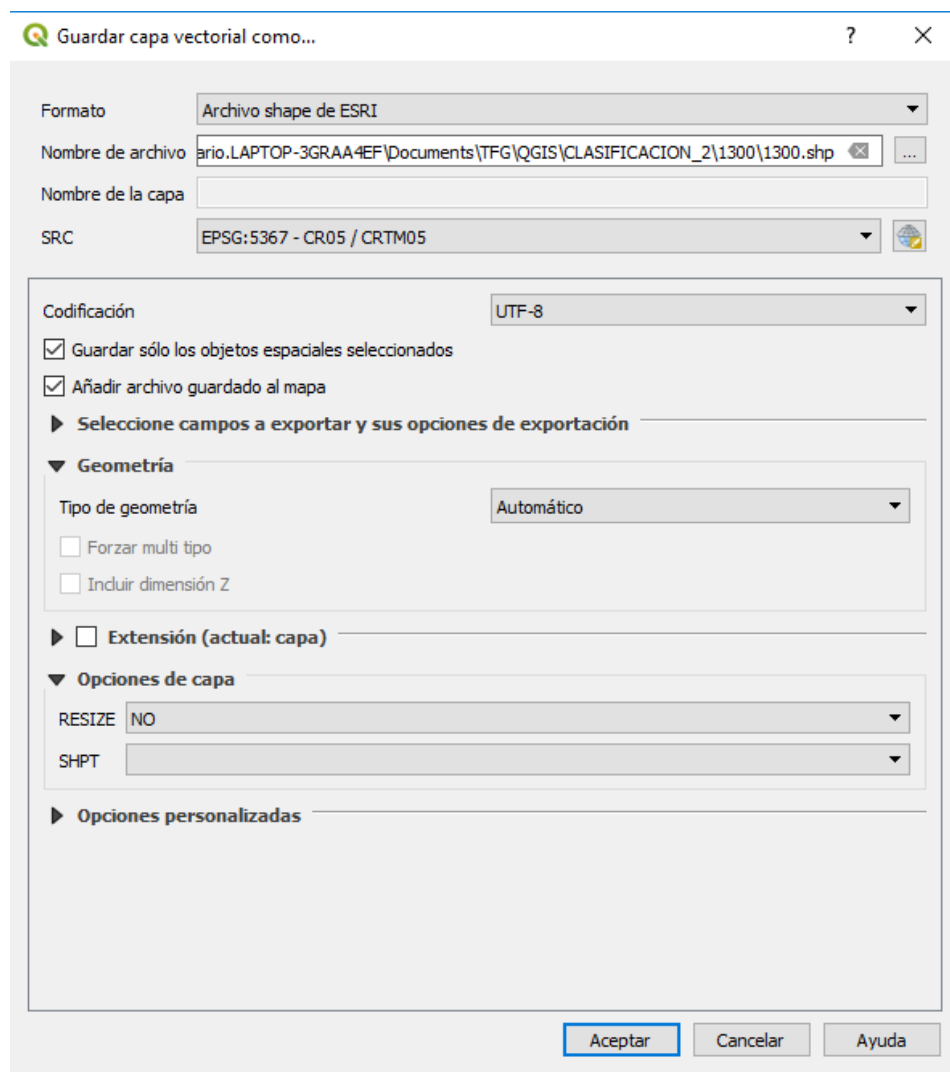




Figura 56. Ventana para guardar las áreas de entrenamiento de formato shape.

### Proceso para subir los archivos en formato shape para la clasificación

Con las áreas de entrenamiento listas, se procede a realizar la clasificación supervisada, subiendo los archivos de las áreas de entrenamiento en formato shape a la herramienta SCP 6 del programa QGIS 3.0.

En el panel SCP en la pestaña “Training input” se marca la opción “Crear un nuevo entrenamiento de entrada” . Se crea un nuevo archivo SCP.

Después en la ventana donde se hicieron las áreas de entrenamiento, se busca la opción “Importar firmas espectrales”  y luego “Importar archivo shape”. Se seleccionan cada uno de los archivos de las áreas de entrenamiento y se procede a marcar los campos para hacer que todos coincidan como se observan en la Figura 57. Se marca “Importar shape” y seguidamente aparecen las áreas de entrenamiento como se observa en la Figura 58.

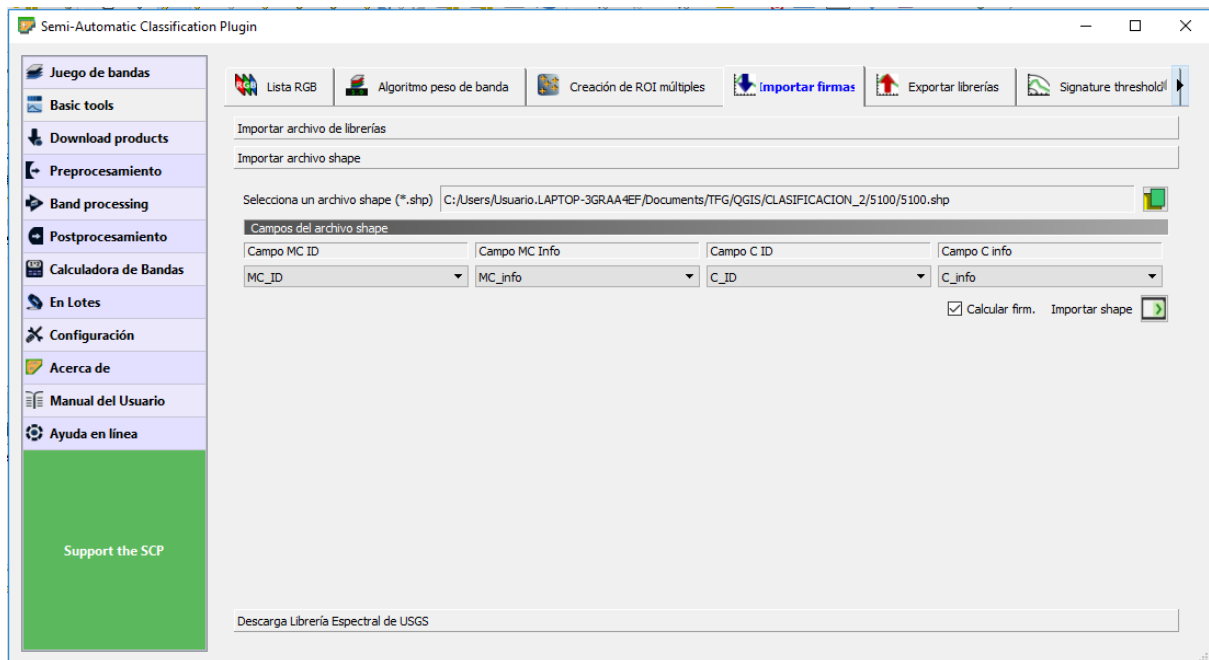


Figura 57. Ventana para importar las firmas espectrales.



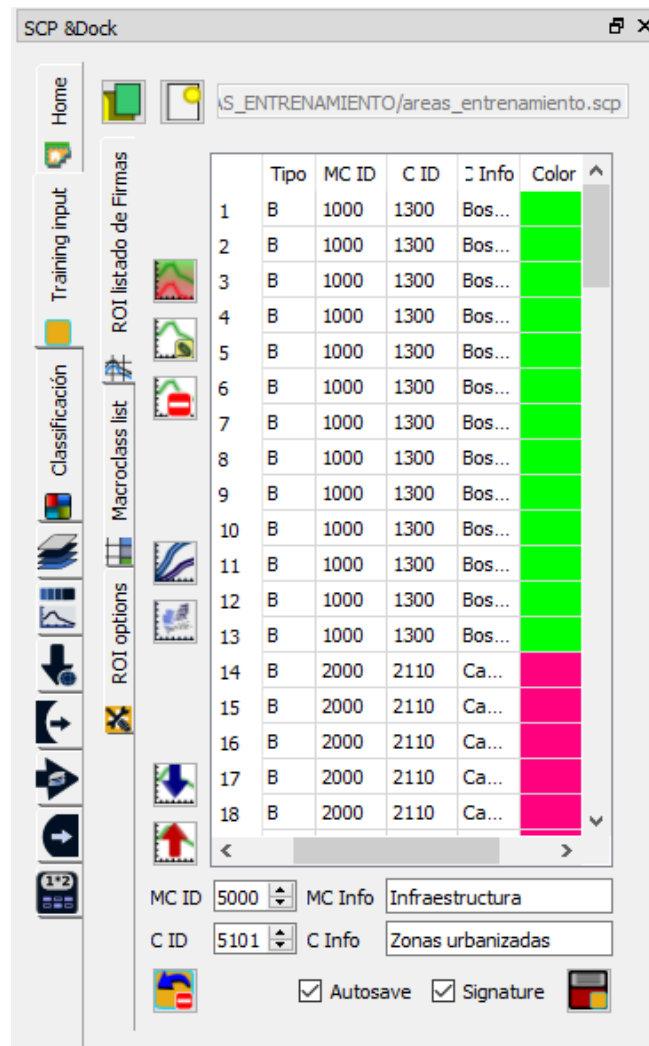


Figura 58. Ventana con las áreas de entrenamiento.

Después de subidas las áreas de entrenamiento en formato shape, se debe ir a la pestaña de clasificación, **Classificación** se selecciona primero si será macroclase (MC ID) o clase (C ID). Para esta clasificación se debe marcar clase.

También se selecciona el algoritmo de clasificación, el cual el que mejor resultados da es “Distancia Mínima”, las demás opciones son para probar distintas clasificaciones sin embargo, no se modifican para este caso, por lo que el siguiente paso es dar clic en Run (Figura 59).

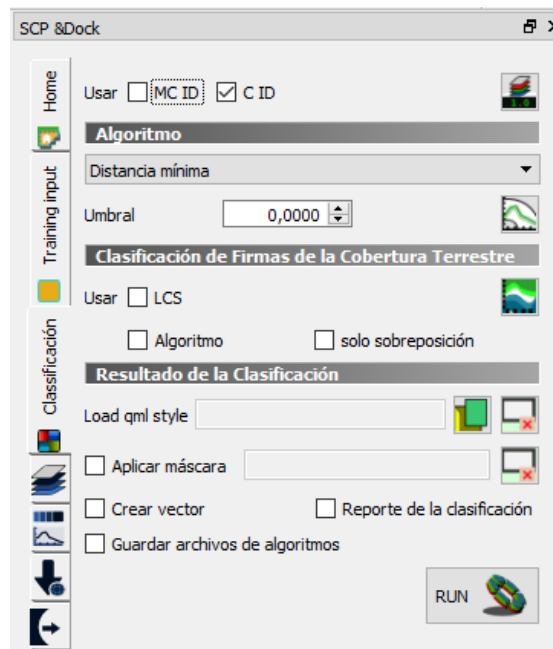


Figura 59. Ventana de clasificación.

Después de ejecutado el proceso se obtendrá la clasificación de uso del suelo como se observa en la Figura 60.

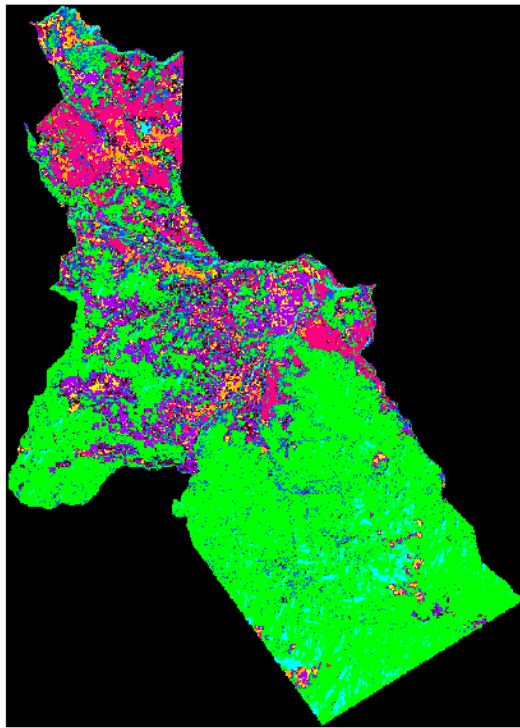


Figura 60. Imagen satelital clasificada con respecto al uso del suelo.

Sin embargo, a la clasificación se le puede mejorar realizando revisiones, mejoras y procesos de filtrado.

#### Proceso de filtrado (posterior a la clasificación)

Este proceso es importante de realizar ya que, se deben eliminar los píxeles que quedan aislados o “solos” dentro de un área con diferente clasificación (Figura 61). Esta mala clasificación se debe a que por efecto de algún obstáculo o por el algoritmo utilizado, dicha clasificación no se realiza homogéneamente o igual a la de sus vecinos.

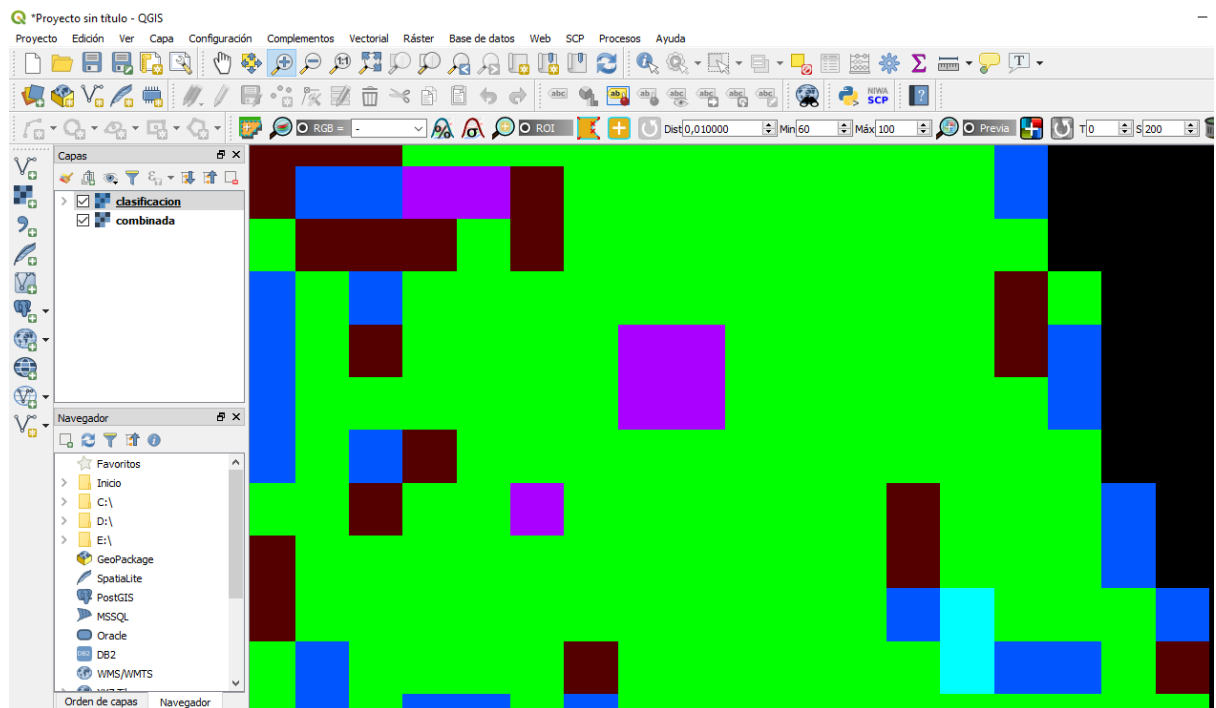



Figura 61. Píxeles aislados.

En la ventana principal de  “Semi-Automatic Classification Plugin” se selecciona la opción “Postprocesamiento”. En esa ventana se selecciona la casilla “Filtrado de clasificación”.

En la opción “Selecciona la clasificación” escoge la clasificación previamente hecha.

En “Tamaño de umbral” se selecciona 3, es decir; si menos de 3 píxeles sufren ese fenómeno en un área determinada, se debe eliminar y clasificar esa área cómo se

clasificaron los 8 vecinos próximos. (Figura 62). Por último, se da clic en “Run”.

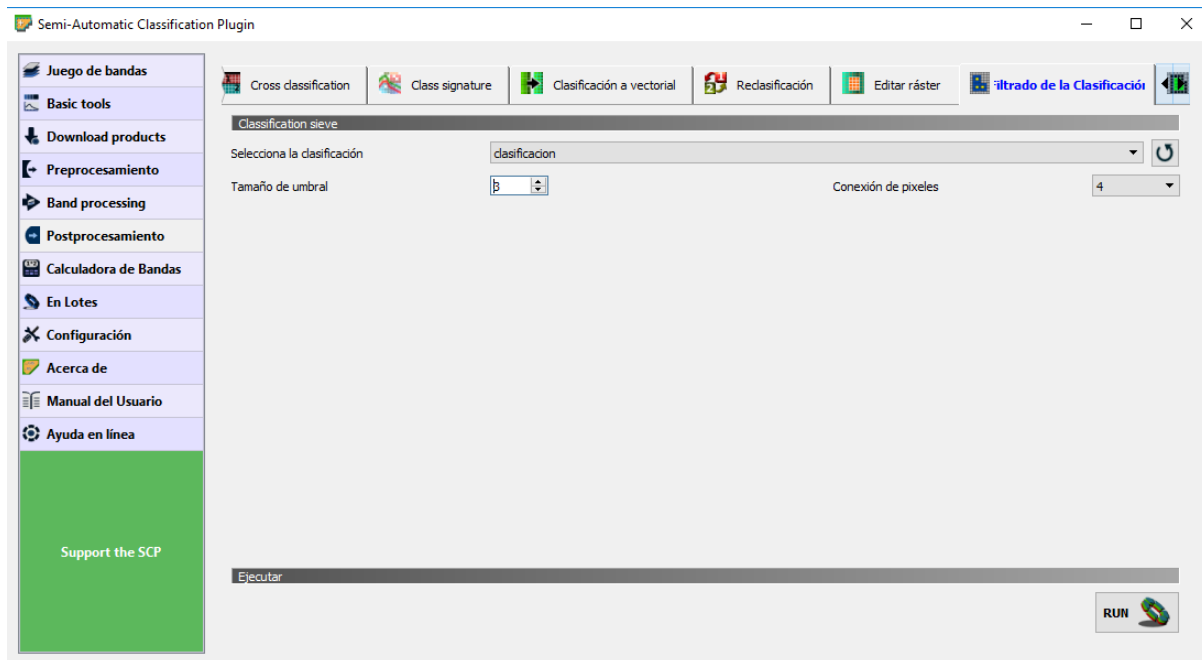


Figura 62. Ventana de la herramienta SCP para realizar el filtrado.

**Nota:** Si en la versión 3.0 de Qgis no funciona, se debe probar con otras versiones. Se puede utilizar la versión 2.18 dirigiéndose a Vectorial/Análisis/Filtrado.

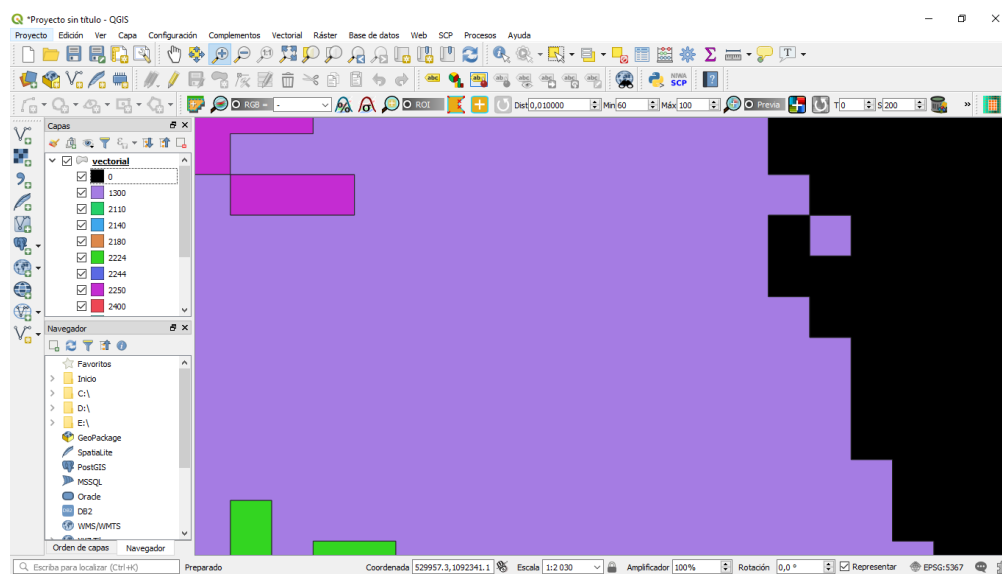


Figura 63. Resultado del proceso de filtrado.

**Nota:** A la capa filtrada se le pueden realizar otro proceso de filtrado en caso que no se haya quedado satisfecho con el resultado, también se pueden variar las opciones de “tamaño de umbral” y “conexión de píxeles” para obtener diferentes resultados y seleccionar el mejor.

#### Mejora de la áreas clasificadas mediante fotointerpretación (Opcional)

Este proceso se realiza en las zonas donde la clasificación no se haya realizado correctamente, por lo tanto se debe utilizar la fotointerpretación para corregir ese tipo de errores.

Se debe verificar la imagen clasificada con las imágenes satelitales de Google Earth, de fechas mis similares entre sí.

Se debe vectorizar la imagen clasificada. En la barra de herramientas se selecciona: Ráster/Conversión/Poligonizar.

En la ventana emergente, se configura de la siguiente forma: en “capa de entrada” se selecciona la imagen de la clasificación y en el campo “Vectorizado” se guarda con un nuevo nombre la capa. Los demás campos se dejan con la configuración predeterminada (Figura 64).

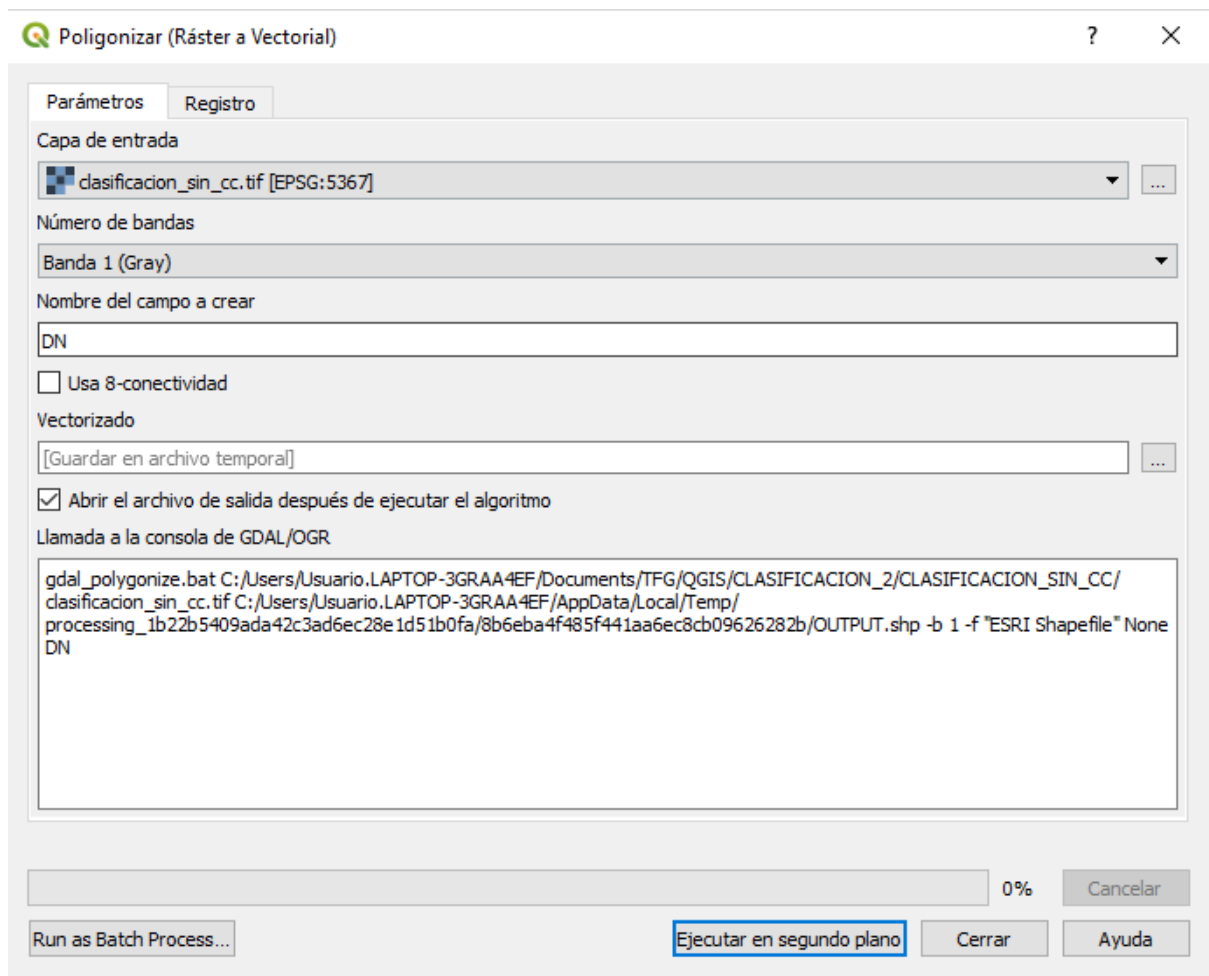


Figura 64. Configuración de la ventana para poligonizar la imagen clasificada.

Posteriormente se obtiene el resultado como se observa en la Figura 65.

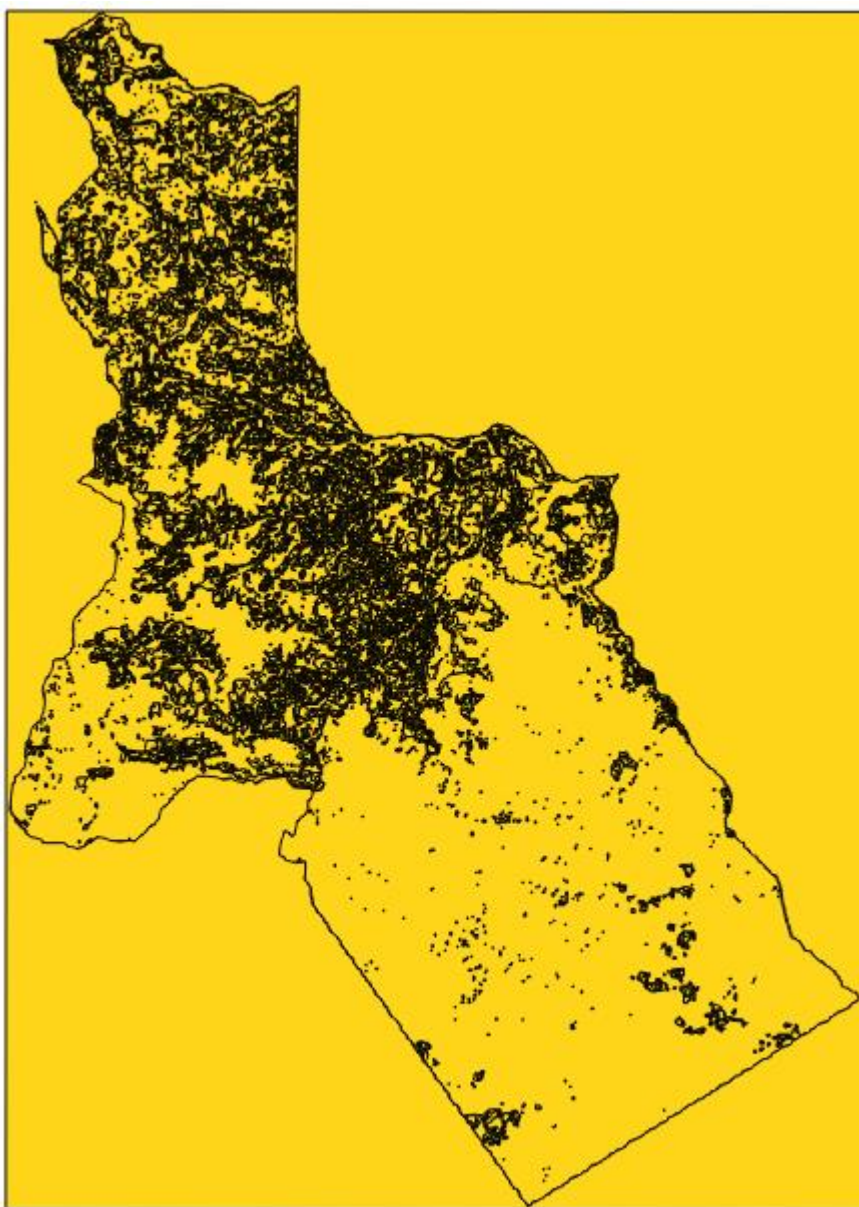



Figura 65. Visualización de la clasificación en formato shape.

Para una mejor visualización de la imagen se debe clasificar por colores los diferentes usos. Dar click derecho a la capa/Propiedades/Simbología/Categorizado. En el campo "Columna" se selecciona DN y después "Clasificar" (Figura 66).



Cuando se clasifica se selecciona el valor 0 y el que no posee número y se marca borrar  (Figuras 67 y 68). Se da clic en aceptar

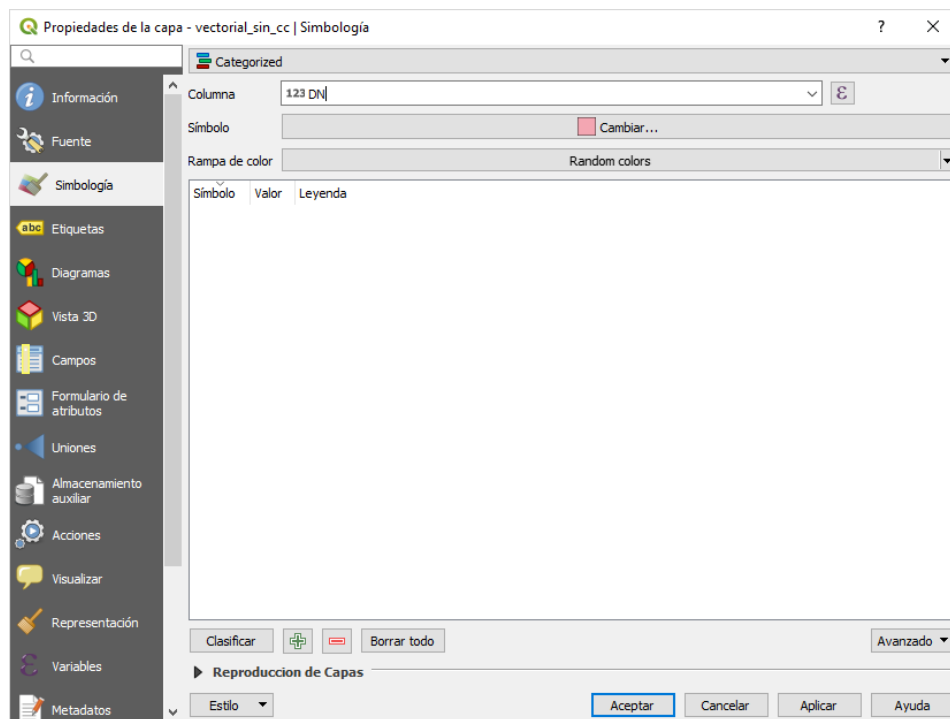


Figura 66. Ventana para categorizar la capa.

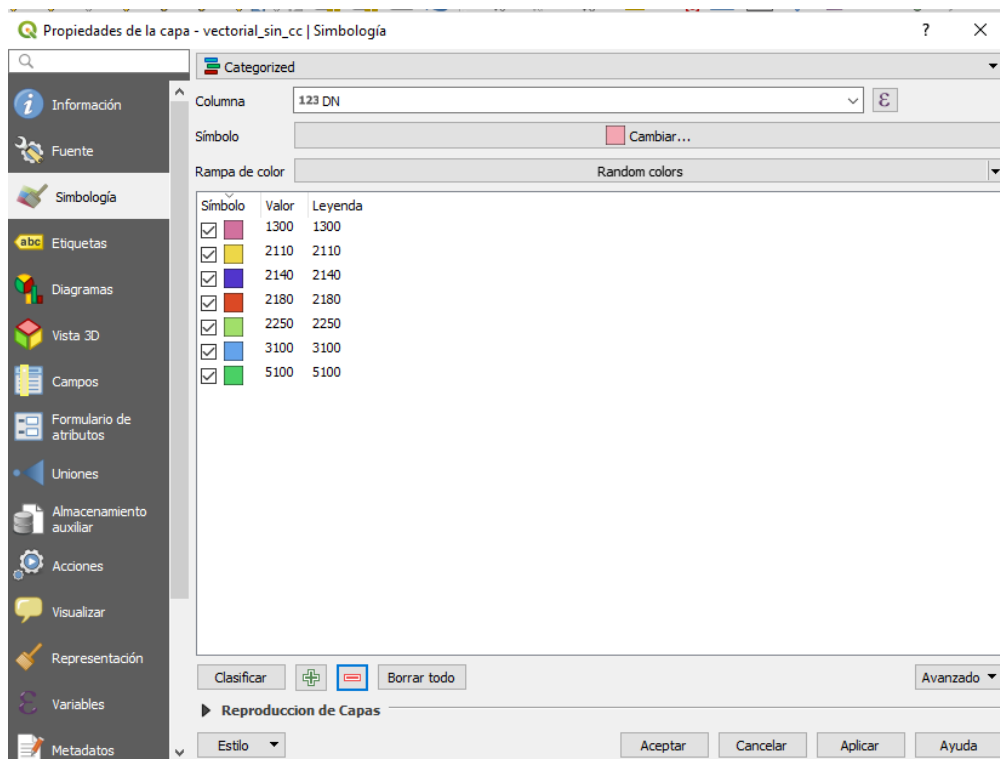


Figura 67. Categorización de las clases.

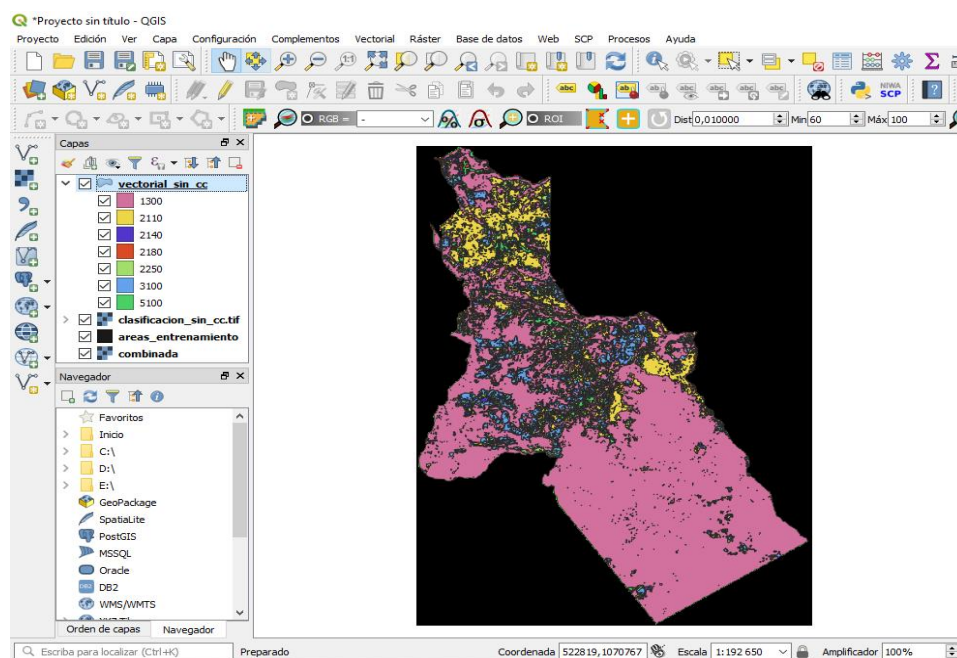


Figura 68. Resultado del proceso de categorización de las clases.

Seguidamente, se debe verificar el uso de la clasificación con el uso del suelo por medio de Google Earth. Primero se sube el polígono del área de estudio categorizado y los puntos de clasificación a Google Earth. Para esto, estas capas se guardan en formato KML desde QGIS y después a los archivos guardados ya en formato KML se le da doble clic para que se abran inmediatamente en Google Earth. En Google Earth se observarán los archivos como se muestra en la Figura 69.

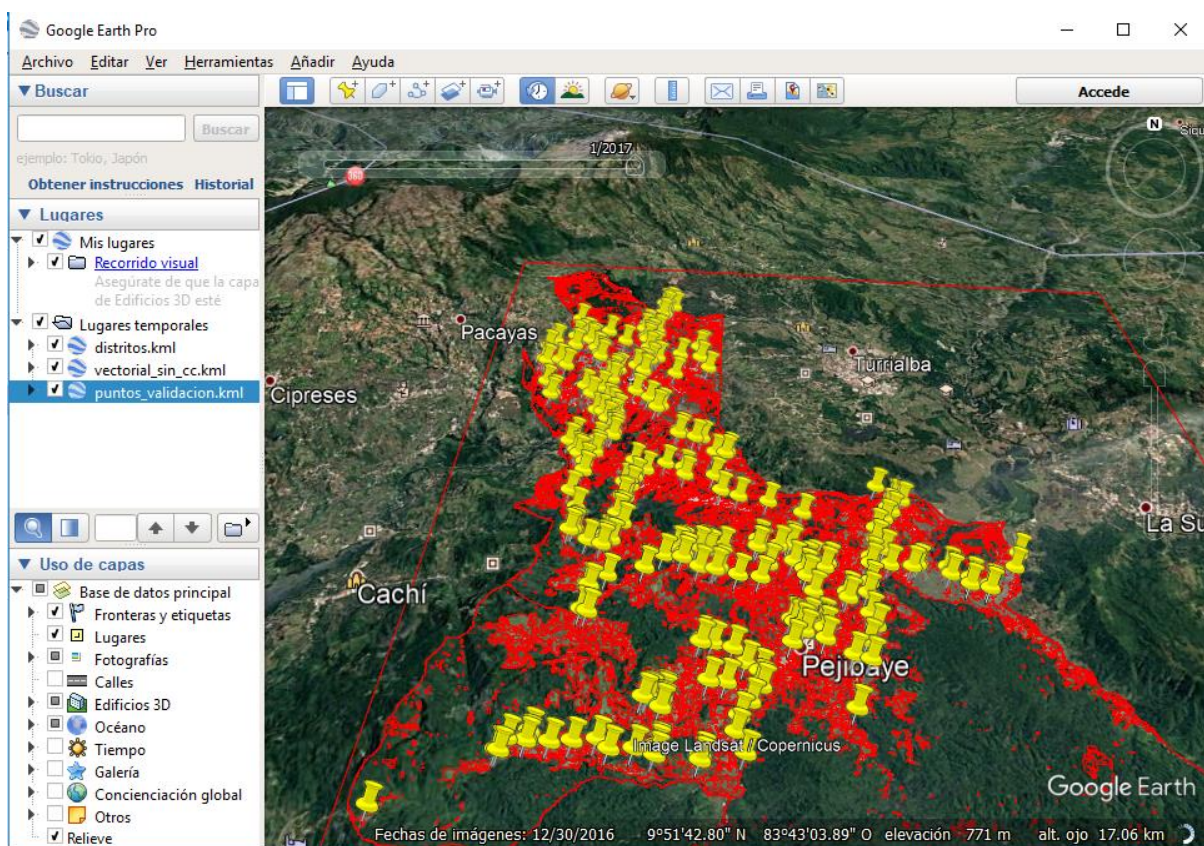



Figura 69. Visualización de capas en Google Earth.

**Nota:** Es importante seleccionar la opción de imágenes históricas  en Google Earth y seleccionar la imagen más cercana en fecha a la imagen utilizada en Qgis, en este caso la imagen satelital descargada y utilizada en Qgis es de la fecha del 26 de enero del 2017, por lo que en Google Earth se buscan imágenes lo más cercana

posible a esa fecha. Se encontró una vista con imágenes del 30 de diciembre del 2016 por lo que funciona utilizar esta fecha por la cercanía a la otra imagen.

Seguidamente se debe seleccionar un punto en Google Earth y se verifica en la clasificación si fue catalogado correctamente, se hace una comparación entre Google Earth y Qgis. Se realiza principalmente en puntos donde se tiene en duda si la clasificación se realizó correctamente, como se observa en la Figura 70.

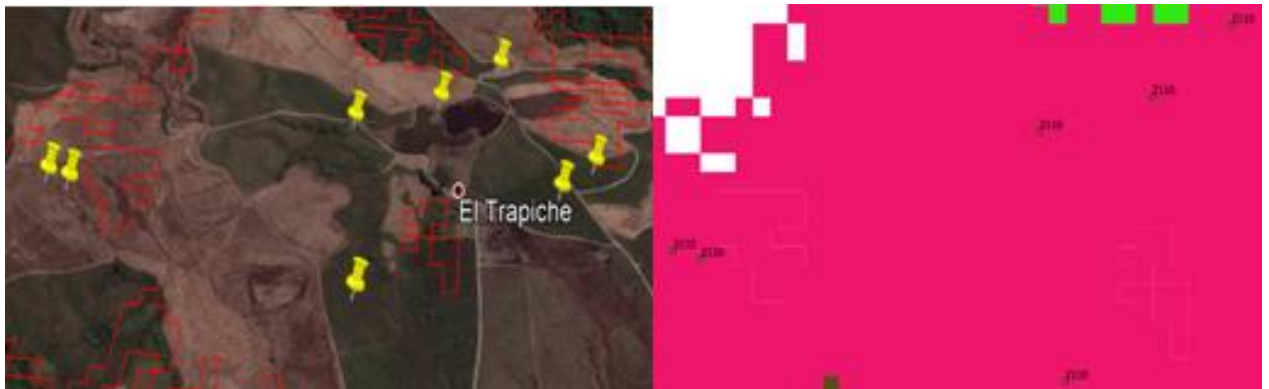


Figura 70. Comparación entre Google Earth y Qgis.

Se puede observar que los puntos están bien clasificados debido a que en ambos casos se muestra que es caña. Sin embargo, si se hubiese encontrado alguna diferencia entre ambos programas, se debe seleccionar en la tabla de atributos el polígono que está mal clasificado y cambiar el uso según Google Earth.

### **Validación**

Con la información de las clases de uso de la capa de puntos para validación (30% de los datos tomados en campo) y la imagen clasificada ya filtrada en formato ráster o la imagen en formato vectorial, se debe realizar una matriz llamada “matriz de confusión”.

Se debe subir la capa de puntos de validación y la capa en formato ráster a Qgis 2.18. Una vez que se tengan ambos archivos, ir a la caja de herramientas y buscar la herramienta “Add raster values to points” (Figura 71).

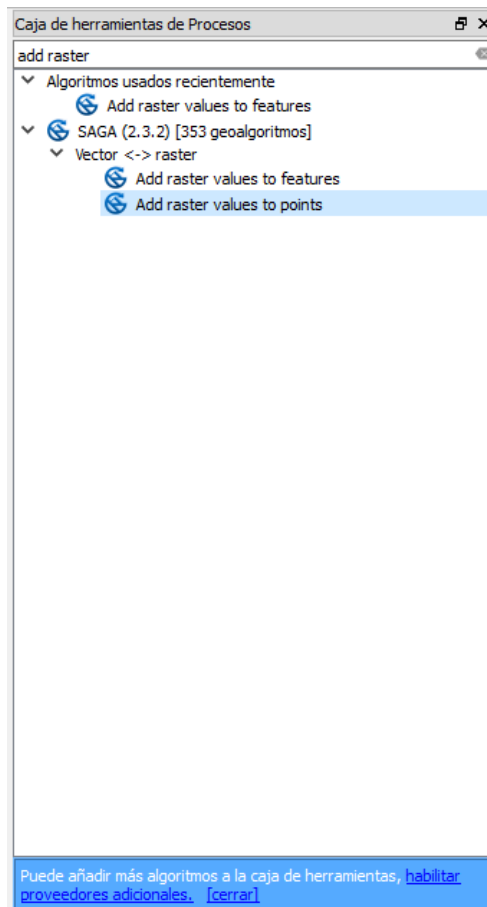


Figura 71. Visualización de la herramienta “Add raster values to points”.

En la ventana emergente se llenan los espacios de la siguiente forma: en “Points” se seleccionan los puntos de validación, y en “Grids” se selecciona la imagen filtrada de la clasificación, por último en “Result” se guarda la capa con un nombre específico como se muestra en la Figura 72.

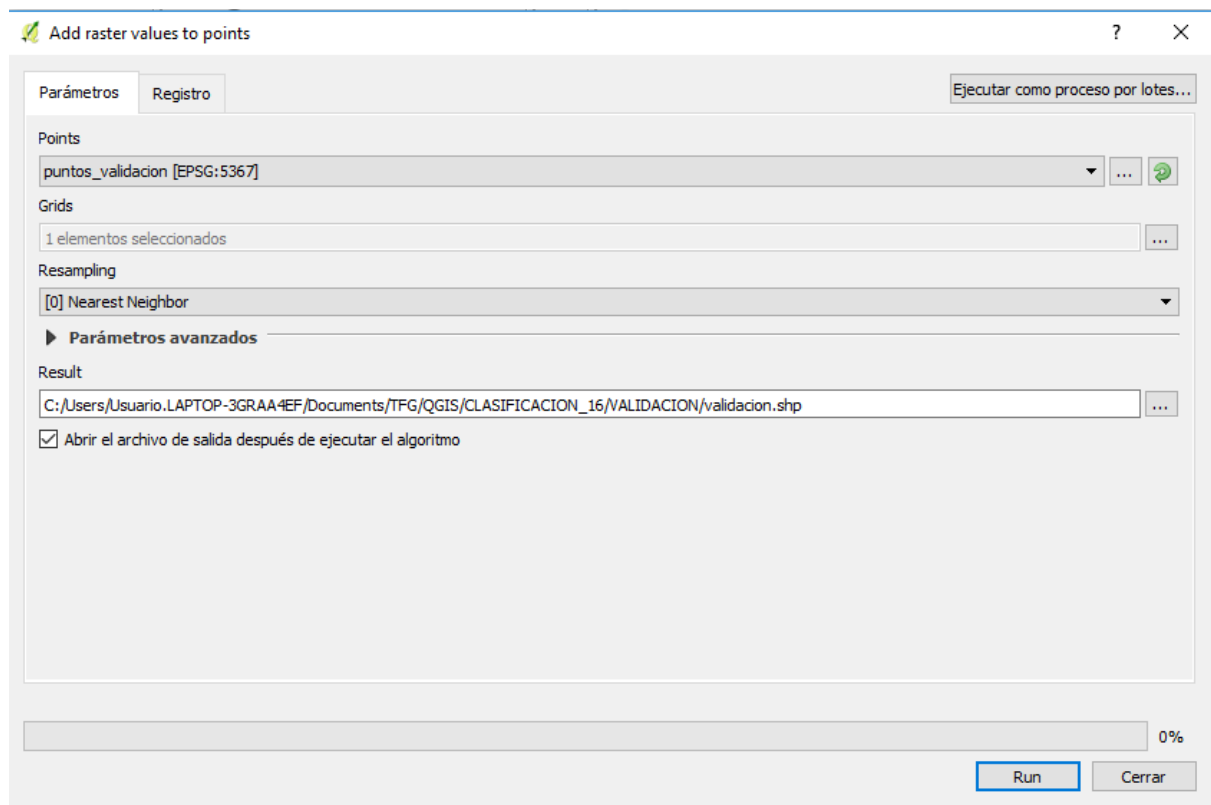


Figura 72. Ventana de la herramienta “Add raster values to points”.

**Nota:** Si se realizó la parte de la metodología Mejora de la áreas clasificadas mediante fotointerpretación (Opcional), para realizar este proceso pero con la imagen en vectorial se debe buscar la herramienta “Add polygone attributes to points”.

El resultado final se observa en la Figura 73.

Result :: Objetos totales: 243, filtrados: 243, seleccionados: 0

	X	Y	DISTANCIA	AZIMUT	USO	NOMBRE_USO	DN
1	524887.4887000...	1094539.847000...	50	133	3120	Pastos naturales ...	3100
2	524805.7222000...	1094609.564000...	50	307	2251	Cafe con sombra	2250
3	525542.1134000...	1094325.835999...	150	151	2251	Cafe con sombra	2250
4	527172.6882000...	1094207.864000...	50	306	2110	Canna	7200
5	527680.6546000...	1094397.507999...	50	191	2251	Cafe con sombra	2250
6	529040.0487000...	1094949.799000...	50	9	2400	Cultivos confinados	2400
7	529673.0137000...	1094821.794000...	50	9	5110	Zona urbana con...	5100
8	528351.1078000...	1094767.791999...	150	66	2110	Canna	2110
9	528118.7276000...	1094667.107000...	100	248	2110	Canna	5100
10	528217.9259000...	1095228.500000...	150	83	2110	Canna	2110
11	528019.1371000...	1095193.497000...	50	251	2110	Canna	2110
12	527936.7827000...	1095626.058999...	150	261	2110	Canna	5100
13	528031.7399000...	1095917.108999...	150	34	2110	Canna	2110
14	527910.4730999...	1095753.860000...	50	223	2110	Canna	2110
15	527808.9941000...	1096192.389999...	50	96	1320	Bosque secundar...	1300
16	527872.2581000...	1096425.781000...	50	166	2110	Canna	2110
17	528343.3370000...	1097122.733999...	50	69	2252	Cafe sin sombra	2250
18	528436.6951000...	1097158.571000...	150	69	2110	Canna	2110
19	528439.6509000...	1097623.566000...	100	11	2251	Cafe con sombra	1300
20	528352.9287000...	1097832.543000...	50	225	2252	Cafe sin sombra	2250
21	528543.4154000...	1098030.459000...	50	91	2110	Canna	2110
22	528719.2481000...	1097649.656000...	150	39	1310	Bosque secundar...	1300

Figura 73. Visualización de los resultados del proceso anterior.

Las columnas relevantes para realizar la matriz son las denominadas “USO” y “DN” como se observa en la Figura 73. El resultado de esta operación, es una capa en formato shape, la cual se deberá de guardar en formato XML (Figuras 74 y 75) para poder visualizarlo en Excel y realizar el proceso de validación, creando una matriz.



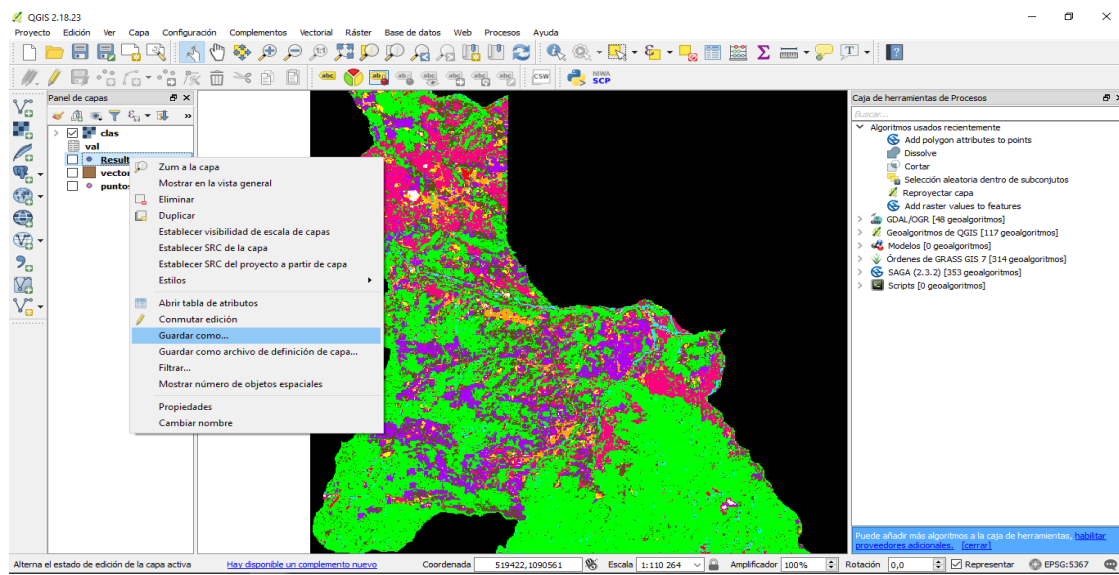


Figura 74. Guardar la capa shp en formato XML.

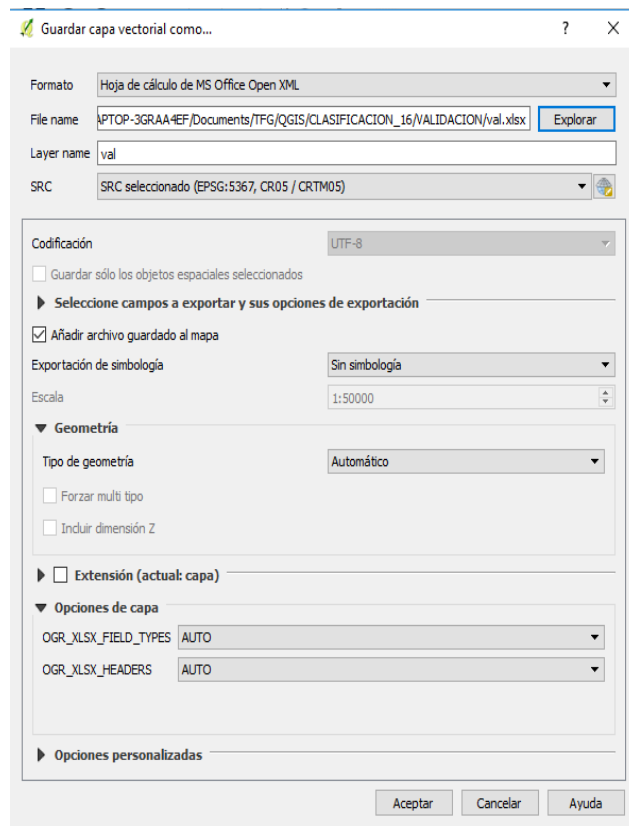


Figura 75. Ventana “Guardar como”.



Posteriormente, buscar en la carpeta elegida y abrir el archivo generado anteriormente. Al abrir el archivo, se deben eliminar todas las columnas y dejar únicamente las mencionadas anteriormente (el “USO” que tienen los puntos de validación tomados en campo y los valores que se agregaron a la capa de puntos de validación en la columna llamada “DN”) como se muestra en las Figuras 76 y 77.

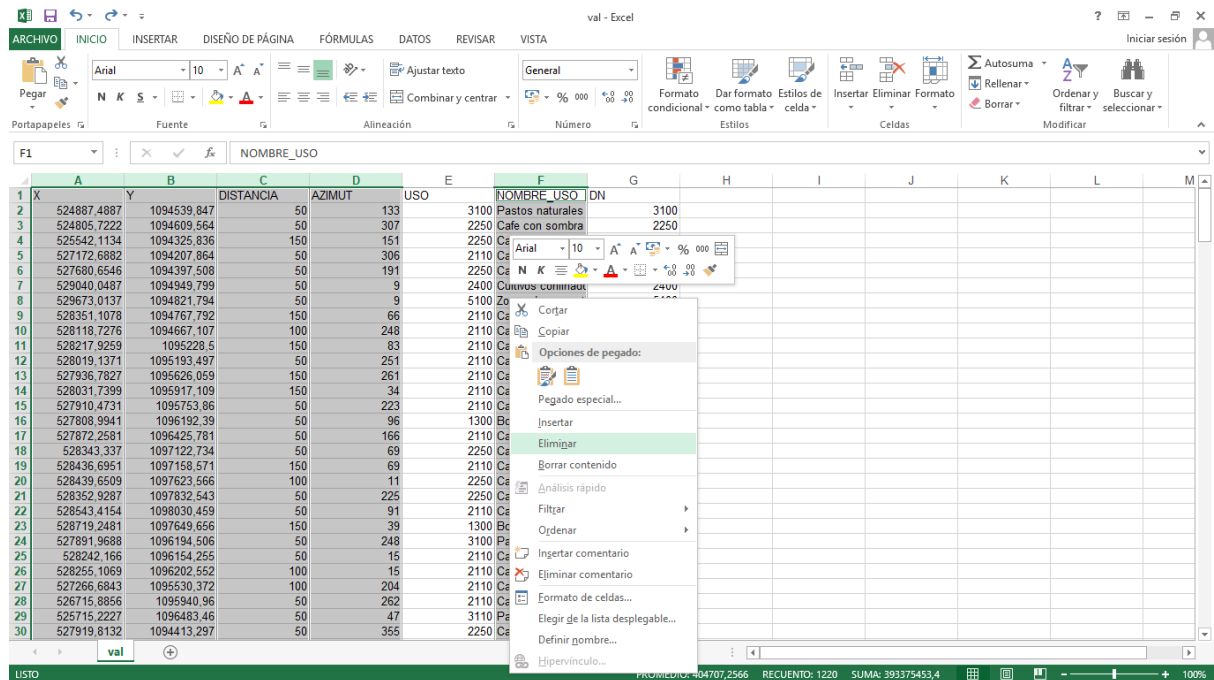


Figura 76. Eliminación de columnas restantes.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	USO	CLAS											
2	3100	3100											
3	2250	2250											
4	2250	2250											
5	2250	2250											
6	2400	2400											
7	5100	5100											
8	2110	2110											
9	2110	5100											
10	2110	2110											
11	2110	2110											
12	2110	5100											
13	2110	2110											
14	2110	2110											
15	1300	1300											
16	2110	2110											
17	2250	2250											
18	2110	2110											
19	2250	1300											
20	2250	2250											
21	2110	2110											
22	1300	1300											
23	3100	2110											
24	2110	2110											
25	2110	2110											
26	2110	2110											
27	2110	2110											
28	3100	3100											
29	2250	5100											
30	5100	5100											

Figura 77. Columnas a utilizar en la validación.

Para realizar la validación se debe crear una tabla dinámica con las columnas anteriormente mencionadas, en el programa Excel. Se debe ir a Insertar/Tabla dinámica.

La tabla dinámica se debe realizar como se muestra en la Figura 78.

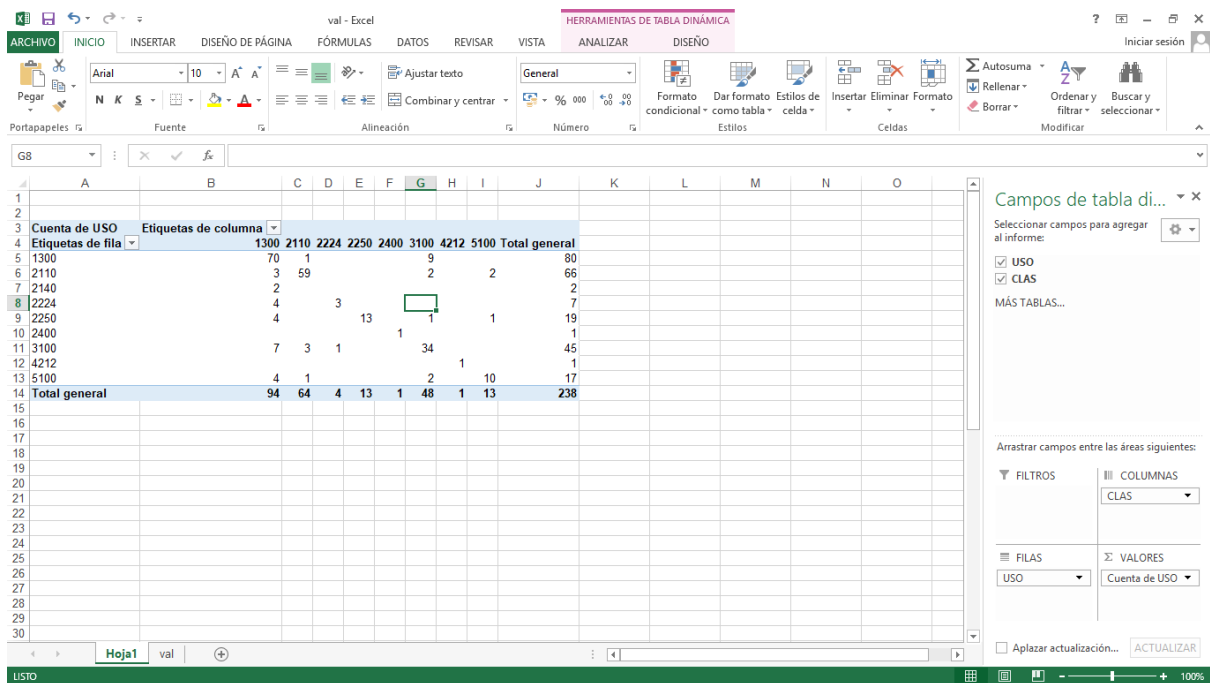


Figura 78. Creación de tabla dinámica.

Para realizar la matriz, se deben colocar en las columnas y filas las clases de usos del suelo, donde la diagonal mayor muestra el número de puntos de muestreo correctamente clasificados, como se observa en la figura 79.

Matriz de confusión										
Código de uso	1300	2110	2140	2224	2250	2400	3100	4212	5100	Total general
1300	70	1					9			80
2110	3	59					2		2	66
2140	2		0							2
2224	4			3						7
2250	4				13		1		1	19
2400						1				1
3100	7	3		1			34			45
4212								1		1
5100	4	1					2		10	17
Total general	94	64		4	13	1	48	1	13	238

Figura 79. Matriz de confusión para la clasificación del uso del suelo.

Además de la matriz, se debe calcular las exactitudes y tipos de error que se generaron en la clasificación y que se explican a continuación (Boca y Rodríguez, 2012):

La exactitud general o global se calcula como el número de unidades clasificadas correctamente, sobre el número total de unidades consideradas. Se obtiene sumando los elementos de la diagonal divididos por el total de observaciones, y multiplicando por 100 para obtenerlo como porcentaje.

La exactitud del clasificador o productor se calcula como la razón entre el número de unidades muestreadas que fueron correctamente clasificadas (diagonal) y el número de unidades que pertenecen a esa clase (datos de campo). Y multiplicando por 100 para obtenerlo como porcentaje

La exactitud del usuario se calcula como la razón entre el número de unidades muestreadas que fueron correctamente clasificadas (diagonal) y el número total de unidades que forman esa clase en el mapa (clasificación). Y multiplicando por 100 para obtenerlo como porcentaje.

Los errores de comisión se consideraron como los elementos que no perteneciendo a una clase aparecen en ella. Se obtiene restando a 100 el valor obtenido en cada clase en exactitud del usuario.

Errores de omisión se consideraron como los elementos que perteneciendo a esa clase no aparecen en ella por estar erróneamente incluidos en otra. Este error se calcula restando a 100 el valor obtenido en cada clase en exactitud del clasificador o productor.

Una vez calculadas los errores se muestra como en la figura 80.

Matriz de confusión												
Código de uso	1300	2110	2140	2224	2250	2400	3100	4212	5100	Total campo	Exactitud clasificador	Error omisión
1300	70	1					9			80	87,50	12,50
2110	3	59					2		2	66	89,39	10,61
2140	2		0							2	0,00	100,00
2224	4			3						7	42,86	57,14
2250	4				13		1		1	19	68,42	31,58
2400						1				1	100,00	0,00
3100	7	3		1			34			45	75,56	24,44
4212								1		1	100,00	0,00
5100	4	1					2		10	17	58,82	41,18
Total clasificacion	94	64	0	4	13	1	48	1	13	238		
Exactitud usuario	74,5	92,2	0,00	75	100	100	70,8	100	76,9		Exactitud general	80,25
Error comisión	25,5	7,81	100	25	0	0	29,2	0	23,1			

Figura 80. Matriz de la clasificación.

De forma general la matriz se observa de la siguiente manera:

		CLASES EN EL CAMPO				Total mapa	EXACTITUD USUARIO	ERROR COMISION
		A1	A2	...	AM			
CLASES MAPA	A1	$a_{11}^*$	$a_{12}$	...	$a_{1m}$	$a_{.1}$	$a_{.1} / a_{..}$	$1 - (a_{.1} / a_{..})$
	A2	$a_{21}$	$a_{22}$	...	$a_{2m}$	$a_{.2}$	$a_{.2} / a_{..}$	$1 - (a_{.2} / a_{..})$
	....			...				
	AM	$a_{m1}$		...	$a_{mm}$	$a_{.m}$	$a_{.m} / a_{..}$	$1 - (a_{.m} / a_{..})$
	Total campo	$a_{1.}$	$a_{2.}$	...	$a_{2.}$	$a_{..}$		
	EXACTITUD PRODUCTOR	$a_{1.} / a_{..}$	$a_{2.} / a_{..}$	...	$a_{m.} / a_{..}$			
	ERROR OMISION	$1 - (a_{1.} / a_{..})$	$1 - (a_{2.} / a_{..})$	...	$1 - (a_{m.} / a_{..})$			

Figura 81. Matriz en formato general.

\*Esta notación indica en los subíndices la posición dentro de la matriz, por ejemplo en valor con  $a_{12}$  hace referencia al valor correspondiente a la fila 1, columna 2. El punto indica que el valor corresponde a la sumatoria del mismo a lo largo de la fila o columna, por ejemplo:  $a_{1.}$  indica los valores de  $a$  sumados para toda la columna 1 (Boca y Rodríguez, 2012).

Otro estadístico importante para conocer el nivel de precisión de la clasificación es el estadístico Kappa, el cual se calcula con la siguiente fórmula:

$$K_{hat} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} \cdot x_{+i})}$$

Donde:

r es el número de filas en la matriz.

$x_{ii}$  es la suma de observaciones en la fila i, y columna i (los valores en la diagonal mayor).

$x_{i+}$  es el total de observaciones en la fila i (el total en la fila i a la derecha de la matriz).

$x_{+i}$  es el total de observaciones en la columna i (total en la columna i debajo de la matriz).

N es número total de observaciones o puntos de control usados en la validación.

## 2. Tutorial para la creación de la capa de edificaciones de patrimonio arquitectónico

Si no se sabe con exactitud de la presencia de este tipo de edificaciones en el cantón, se puede obtener la información de la página del Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural (<http://patrimonio.go.cr/>) (Figura 1).

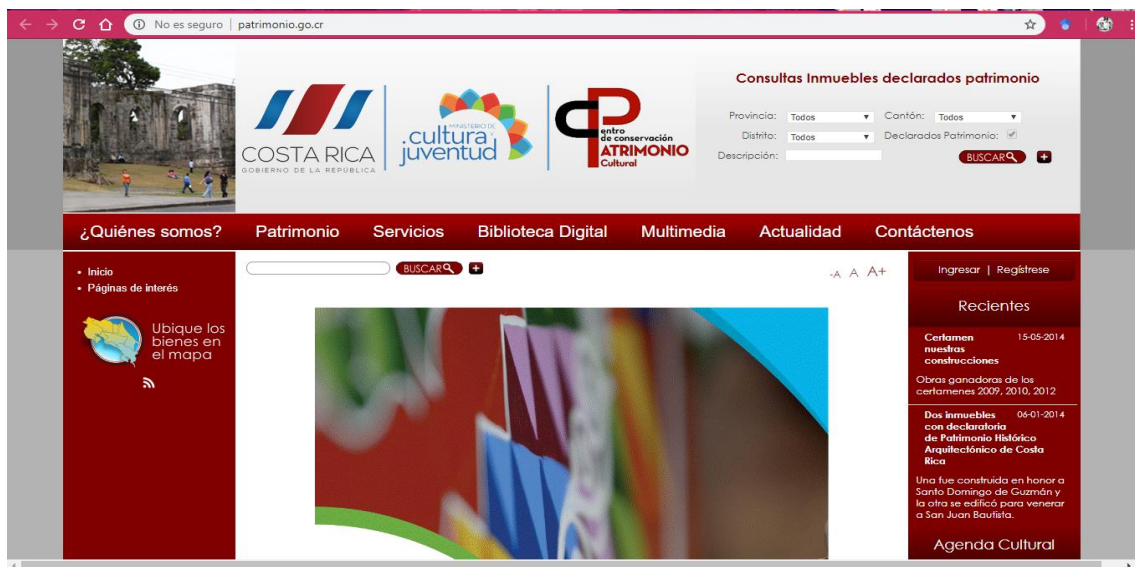


Figura 1. Portal de la página del Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural.

Se debe ir a la parte superior derecha a “Consultas Inmuebles declaradas patrimonio” y realizar la búsqueda como se muestra en la Figura 2.

This image is a close-up of the search form titled 'Consultas Inmuebles declarados patrimonio'. It contains four dropdown menus: 'Provincia' with 'Cartago' selected, 'Cantón' with 'Jimenez' selected, 'Distrito' with 'Todos' selected, and 'Declarados Patrimonio' with a checked checkbox. There is a text input field for 'Descripción' and a red 'BUSCAR' button with a magnifying glass icon and a plus sign.

Figura 2. Ventanilla para buscar el patrimonio cultural para el cantón de Jiménez.

Al dar click en “Buscar” se muestran los resultados para el cantón como se observa en la Figura 3.

BUSCAR

-A
A
A+

### Bienes declarados patrimonio o de interés cultural

Provincia 
Cantón 
Distrito

Declarado Patrimonio ☒
Descripción 
Clasificación General

Epoca Constructiva 
Integridad

Estado de Conservación 
Tipología

Influencia Estilística 
Materiales usados

Buscar

Total de resultados: 3

Inmueble	Nombre Edificio	Ubicación	Declarado Patrimonio	Época Constructiva	Clasificación General
	Escuela Cecilio Lindo Morales	Cartago, Jimenez, Juan Vinas	Si	1901-1950	Construcción
	Beneficio de Café	Cartago, Jimenez, Pejibaye	Si	1901-1950	Construcción
	Escuela Eduardo Peralta Jiménez	Cartago, Jimenez, Tucurrique	Si	1901-1950	Construcción

Figura 3. Resultados de la búsqueda.

Ahora para crear una capa de puntos que se pueda visualizar en Qgis con esta información es necesario tener las coordenadas de estos sitios. Al dar click en el primer edificio aparece la información adicional y la de las coordenadas como se muestra en la Figura 4.



## Escuela Cecilio Lindo Morales


Datos generales	Info Adicional	Documentos	Planos
<b>Localización</b>			
Provincia: Cartago	Avenida:-	Latitud: 09°53'49.29"N	
Cantón: Jiménez	Calle:-	Longitud: 83°44'46.95"O	
Distrito: Juan Vinas	Barrio:-	Zona Control:-	
Dirección- Exacta:		Parcela:- Manzana:-	
<b>Información en Catastro</b>			
Folio Real:-		Tomo:-	
Folio:-		Asiento:-	
Número Predio:-		Número Finca:-	
<b>Fotografías del Inmueble</b>			
			

Figura 4. Detalles e información del inmueble.

Seguidamente se deben copiar esas coordenadas y la información necesaria en un archivo de excel como se muestra en la Figura 5.

ID	NOMBRE	DISTRITO	X	Y
1	Escuela Cecilio Lindo Morales	Juan Viñas	09°53'49.29"N	83°44'46.95"W
2	Beneficio de Café	Pejibaye	09°48'49.64"N	83°42'0.84"W
3	Escuela Eduardo Peralta Jiménez	Tucurrique	09°51'11.06"N	83°43'23.25"W

Figura 5. Datos necesarios para la creación de la capa de patrimonio cultural.

Ahora, se deben transformar estas coordenadas al sistema de coordenadas CRTM05, para esto, se utiliza la página <https://mygeodata.cloud/cs2cs/> . En la parte de escoger el sistema de coordenadas, en “Input coordinate system / projection” se da clic en **Choose input coordinate system...** y se busca WGS 84 (EPSG: 4326) y en “Output coordinate system / projection” se busca CR05 / CRTM05 (EPSG: 5367) como se observa en la Figura 6.

The screenshot shows the 'mygeodata.cloud/cs2cs/' web interface. It is divided into two main sections: 'Input coordinate system / projection' on the left and 'Output coordinate system / projection' on the right. In the input section, the 'Selected input coordinate system' is 'WGS 84 (EPSG:4326)' and the 'Applied Proj.4 text' is '+proj=longlat +datum=WGS84 +no\_defs'. Below this is a text input field and a button labeled 'Choose input coordinate system...'. In the output section, the 'Selected output coordinate system' is 'CR05 / CRTM05 (EPSG:5367)' and the 'Applied Proj.4 text' is '+proj=tmerc +lat\_0=0 +lon\_0=-84 +k=0.9999 +x\_0=500000 +y\_0=0 +ellps=WGS84 +towgs84=0,0,0,0,0,0,0 +units=m +no\_defs'. Below this is another text input field and a button labeled 'Choose output coordinate system...'.

Figura 6. Selección del sistema de coordenadas.

En la casilla llamada “Input coordinate pairs” se copian las coordenadas de los inmuebles.

**Nota:** Es necesario cambiar la letra O por W en las coordenadas ya que el programa está en inglés y tiene que saber que ESTE es WEST.

Una vez copiadas correctamente las coordenadas se da clic en la opción **Transform** e inmediatamente en la sección “Output coordinate pairs” aparecen la coordenadas transformadas en CRTM05 como se observa en la Figura 7.

### Input coordinate pairs

09°53'49.29"N

83°44'46.95"W

09°48'49.64"N

83°42'0.84"W

09°51'11.06"N

83°43'23.25"W

### Output coordinate pairs

527813.298523;1094366.16786  
532881.619975;1085164.68822  
530367.011775;1089507.14672

☐ Switch X <--> Y
☐ Include input coordinates

**Beware!** Inserted values pairs needs to be in order X-coordinate and then Y-coordinate. If you are inserting latitude/longitude values in decimal format, then the longitude should be first value of the pair (X-coordinate) and latitude the second value (Y-coordinate). Otherwise you can use choice "Switch XY" below the input text area window.

Transform

Figura 7. Transformación de coordenadas del sistema WGS84 a CRTM05.

En Excel se copian las coordenadas en el sistema de proyección CRTM05 como se muestra en la Figura 8.

ID	NOMBRE	DISTRITO	X	Y
1	Escuela Cecilio Lindo Morales	Juan Viñas	527813,299	1094366,168
2	Beneficio de Café	Pejibaye	532881,620	1085164,688
3	Escuela Eduardo Peralta Jiménez	Tucurrique	530367,012	1089507,147

Figura 8. Información completa de los inmuebles de patrimonio cultural.

Seguidamente se guarda este archivo en formato CSV (delimitado por comas) como se muestra en la Figura 9 para posteriormente subirlo a QGIS.

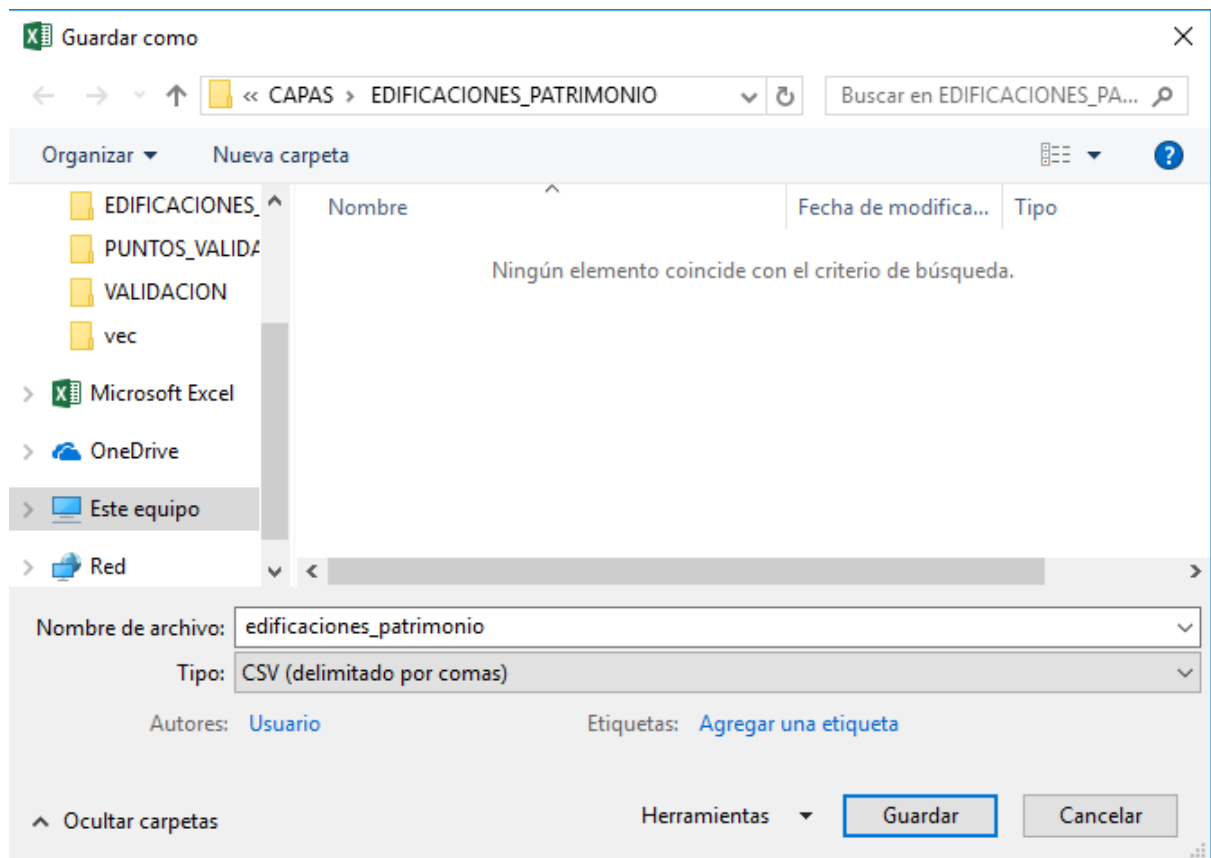



Figura 9. Guardar archivo en formato CSV delimitado por comas.

En Qgis se da clic en la opción  para subir el archivo creado anteriormente y la ventana emergente se llena como se muestra en la Figura 10.

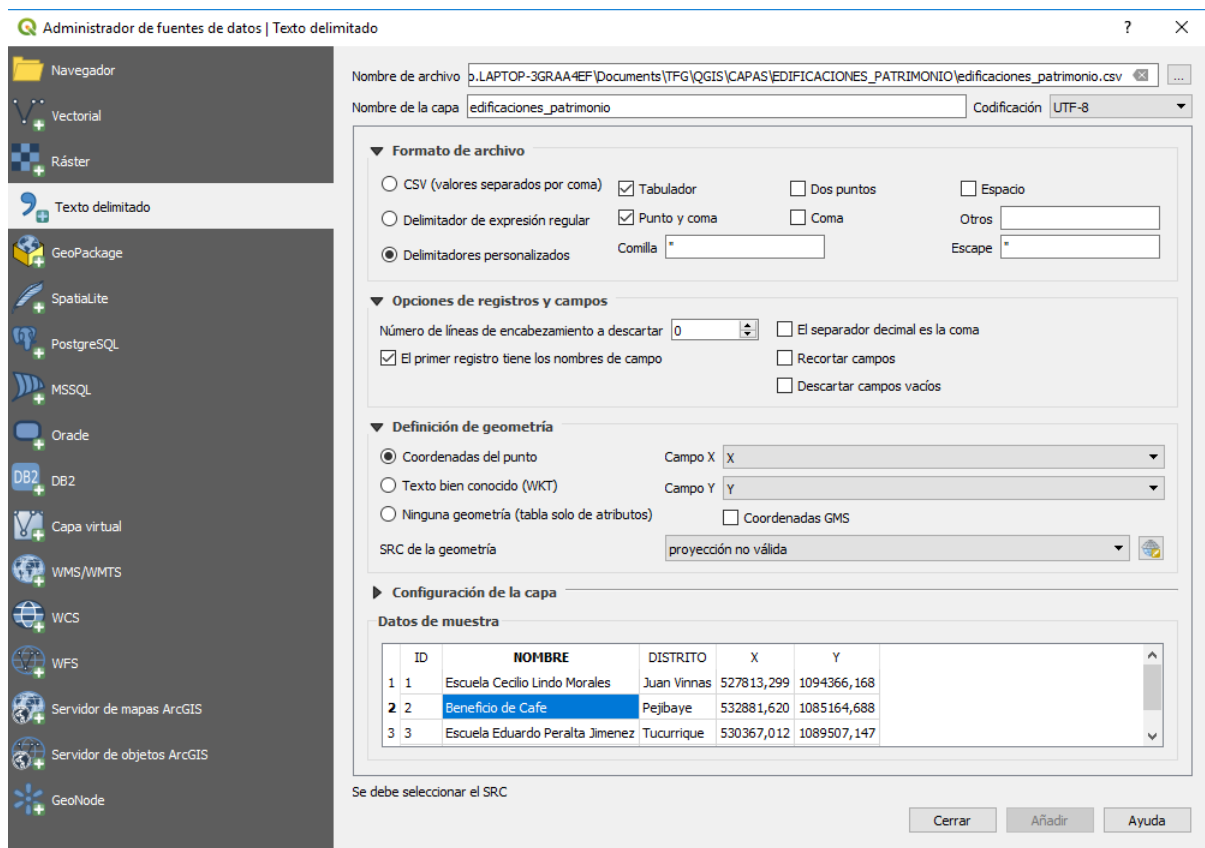


Figura 10. Forma de rellenar la ventana emergente para subir el archivo en formato CSV.

Los puntos se observan en el programa QGIS pero para finalizar con el proceso de creación de la capa se requiere guardarlo en formato Shape, para esto se da clic derecho y se selecciona “Guardar como” como se observa en la Figura 11.

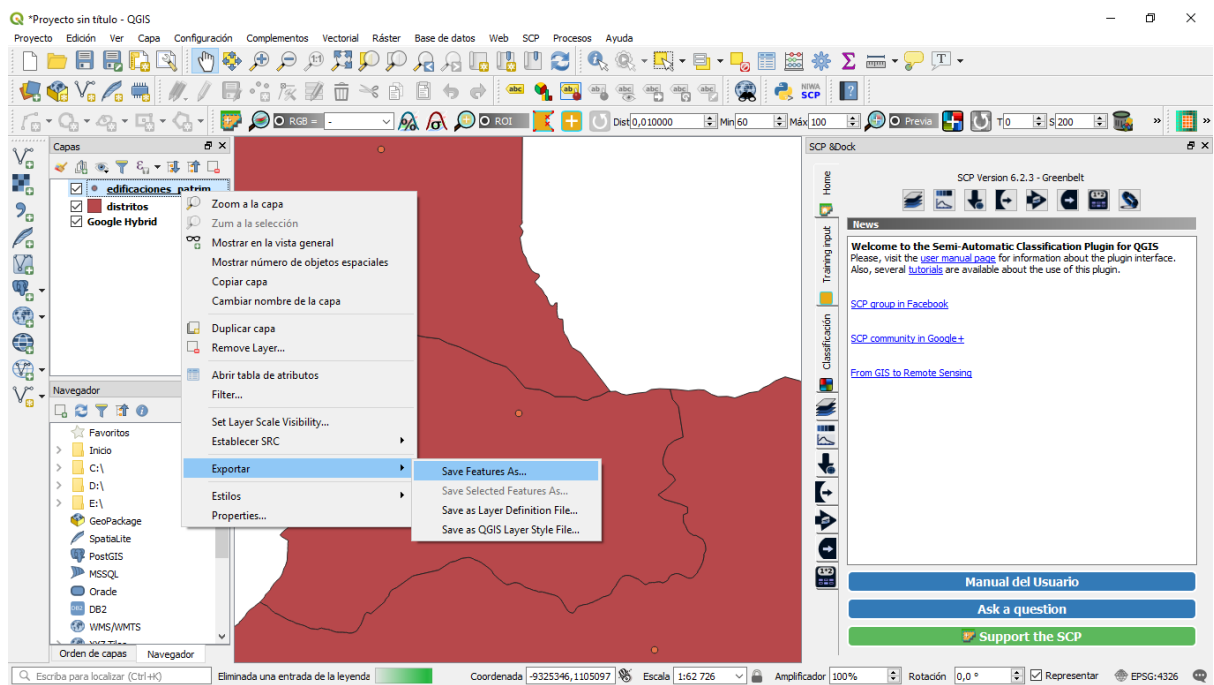


Figura 11. Proceso para guardar en formato shape la capa de edificaciones patrimoniales.

En la opción “Nombre de archivo” se selecciona un nombre para la capa y se da clic en “Aceptar” (Figura 12).

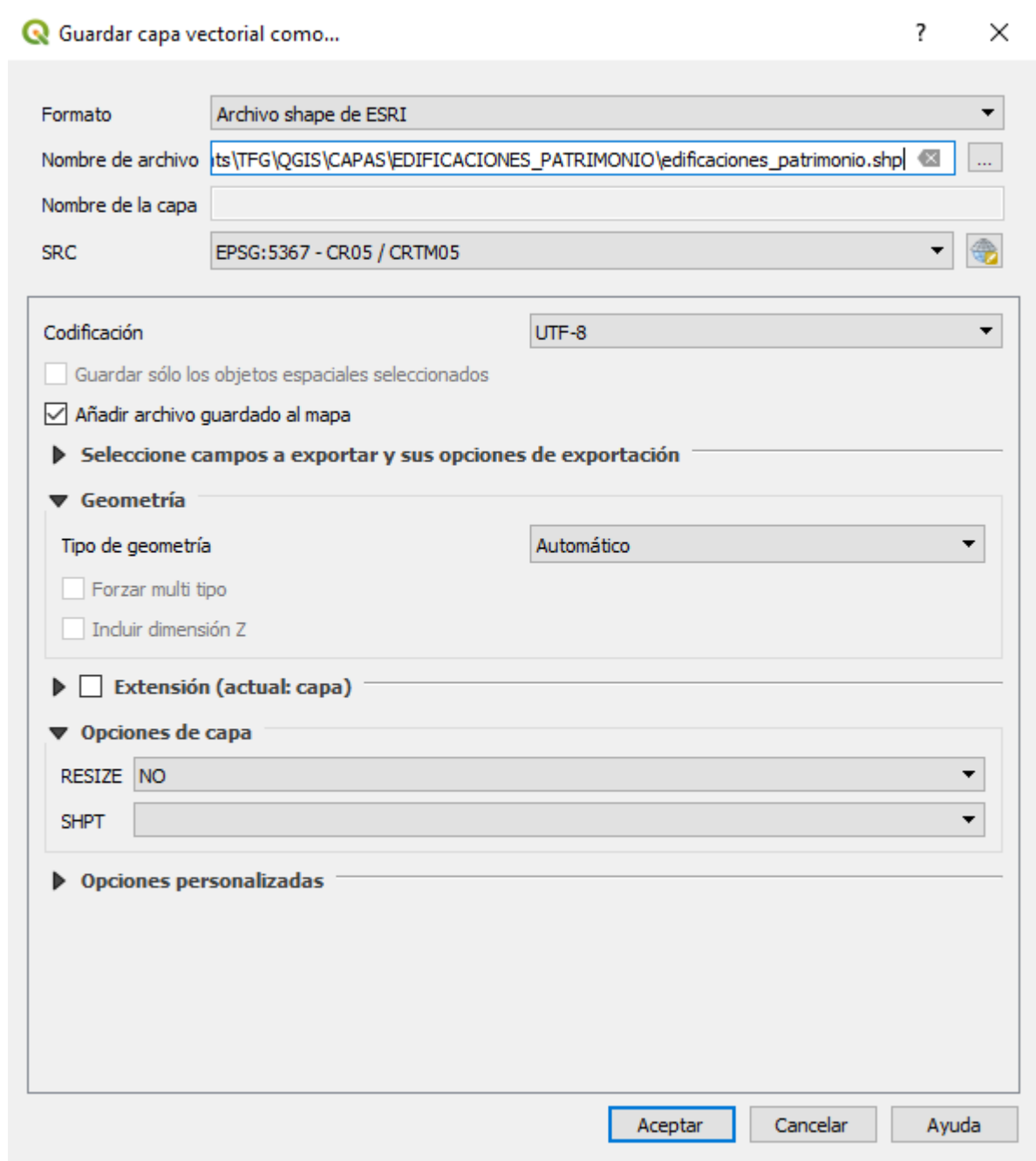



Figura 12. Ventana para guardar la capa.

### 3. Tutorial para la creación de la capa de cabecera y la de distritos

Primero se debe disponer de la capa llamada “Distritos\_2014” del Atlas Digital de Costa Rica del 2014, en formato shape. Posteriormente se debe de subir la capa a Qgis en el ícono . Una vez subida la capa se debe dar click derecho en la capa y abrir la tabla de atributos como se muestra en la Figura 1.

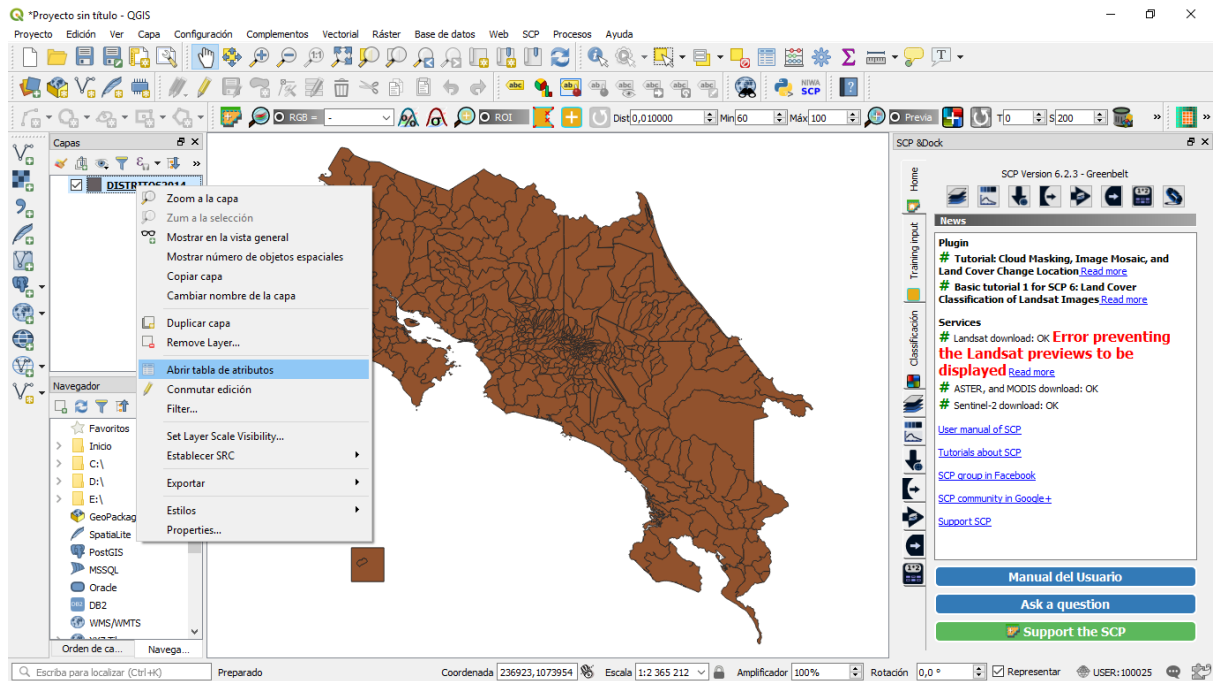


Figura 1. Proceso para abrir la tabla de atributos de la capa de distritos.

Se debe ir a la esquina superior derecha a la opción “Filtro avanzado (expresión)” como se muestra en la Figura 2. Una vez que se abre la ventana emergente se debe escribir la expresión que se muestra en la Figura 3.



Q DISTritos2014 :: Objetos totales: 849, Filtrados: 849, Seleccionados: 0

	FID_CENSO_	PROVINCIA	NCANTON	NDISTRITO	PROV	CANTON	DISTRITO	CODDIST	POB_1997_M	POB_1997_H	POB_2000_H	POB_2000_M	VIVIENDA_O
1	386	PUNTARENAS	PARRITA	PARRITA	6	9	1	60 901	6 348	6 984	6 258	5 854	3 214
2	387	PUNTARENAS	AGUIRRE	QUEPOS	6	6	1	60 601	6 731	7 102	7 761	7 164	3 935
3	384	PUNTARENAS	PARRITA	PARRITA	6	9	1	60 901	6 348	6 984	6 258	5 854	3 214
4	385	PUNTARENAS	PARRITA	PARRITA	6	9	1	60 901	6 348	6 984	6 258	5 854	3 214
5	414	LIMON	LIMON	MATAMA	7	1	3	70 103	2 303	2 394	3 426	2 984	1 604
6	415	LIMON	TALAMANCA	BRATSI	7	4	1	70 401	4 412	4 786	5 416	4 876	2 010
7	412	HEREDIA	SARAPIQUI	PUERTO VIEJO	4	10	1	41 001	3 834	4 337	8 838	7 434	3 459
8	413	HEREDIA	SARAPIQUI	LLANURAS DEL GASPAS	4	10	4	41 004	3 834	4 337	360	302	168
9	410	ALAJUELA	SAN CARLOS	CUTRIS	2	10	11	21 011	4 759	5 376	4 158	3 734	1 695
10	411	ALAJUELA	SAN CARLOS	PITAL	2	10	6	21 006	4 901	5 515	6 367	5 950	2 755
11	408	ALAJUELA	LOS CHILES	CANO NEGRO	2	14	2	21 402	817	930	852	742	350
12	409	ALAJUELA	LOS CHILES	LOS CHILES	2	14	1	21 401	4 346	4 864	5 152	4 748	1 985
13	406	ALAJUELA	UPALA	SAN JOSE	2	13	3	21 303	3 569	4 090	3 570	3 256	1 306
14	407	ALAJUELA	UPALA	DELICIAS	2	13	5	21 305	1 812	1 970	1 894	1 724	691
15	404	GUANACASTE	LA CRUZ	LA GARITA	5	10	3	51 003	948	961	830	751	333
16	405	GUANACASTE	LA CRUZ	SANTA CECILIA	5	10	2	51 002	2 531	2 670	2 717	2 521	985
17	402	GUANACASTE	SANTA CRUZ	CUAJINIQUEL	5	3	6	50 306	1 301	1 526	857	690	380
18	403	GUANACASTE	SANTA CRUZ	VEINTISIETE DE ABRIL	5	3	3	50 303	2 841	3 064	2 548	2 380	1 256
				ZAPOTAL	5	9	3	50 903	945	1 010	682	585	317
				PUERTO CARRILLO	5	11	3	51 103	3 750	4 186	673	614	291
				TAMARINDO	5	3	9	50 309	2 841	3 064	1 864	1 661	876
				SANTA ELENA	5	10	4	51 004	576	662	951	855	380

Mostrar todos los objetos espaciales  
Mostrar objetos espaciales seleccionados  
Mostrar objetos espaciales visibles en el mapa  
Mostrar objetos espaciales editados y nuevos  
Filtro de campos  
Filtro avanzado (expresión)  
Mostrar todos los objetos espaciales

Figura 2. Herramienta de filtro avanzado.

Q Filtro basado en expresión

Expresión Editor de funciones

"NDISTRITO" = 'JUAN VIÑAS'

Buscar

grupo Field

Aggregates  
Arrays  
Cadena  
Campos y valores  
FID\_CENSO\_  
NULL  
PROVINCIA  
NCANTON  
NDISTRITO  
PROV  
CANTON  
DISTRITO

Valores Juan

todos los únicos 10 muestras

'JUAN VIÑAS'  
'SAN JUAN'  
'SAN JUAN DE DIOS'  
'SAN JUAN DE MATA'  
'SAN JUAN GRANDE'

Notas

Doble clic para añadir un nombre de campo a la cadena de la expresión.  
Clic derecho en el nombre del campo para abrir un menú contextual con opciones para cargar valores de muestra.

La carga de valores de campo de capas WFS no está soportada antes de que la capa esté realmente insertada, esto es, al hacer consultas.

Vista preliminar de la salida: 0

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 3. Expresión a utilizar en el filtro avanzado.

Una vez que el filtro se aplique se debe seleccionar el distrito de Juan Viñas como se muestra en la Figura 4.

Q DISTRITOS2014 :: Objetos totales: 849, Filtrados: 1, Seleccionados: 1

	FID_CENSO	PROVINCIA	NCANTON	NDISTRITO	PROV	CANTON	DISTRITO	CODDIST	POB_1997_M	POB_1997_H	POB_2000_H	POB_2000_M	VIVIENDA_O	VIVIER
1	211	CARTAGO	JIMENEZ	JUAN VIÑAS	3	4	1	30 401	3 606	3 916	3 269	3 118	1 542	

Figura 4. Selección del distrito y cabecera Juan Viñas.

Seguidamente, se debe ir al panel de capas y dar click derecho sobre la capa llamada “Distritos\_2014” e ir a la opción “guardar como” como se muestra en la Figura 5.

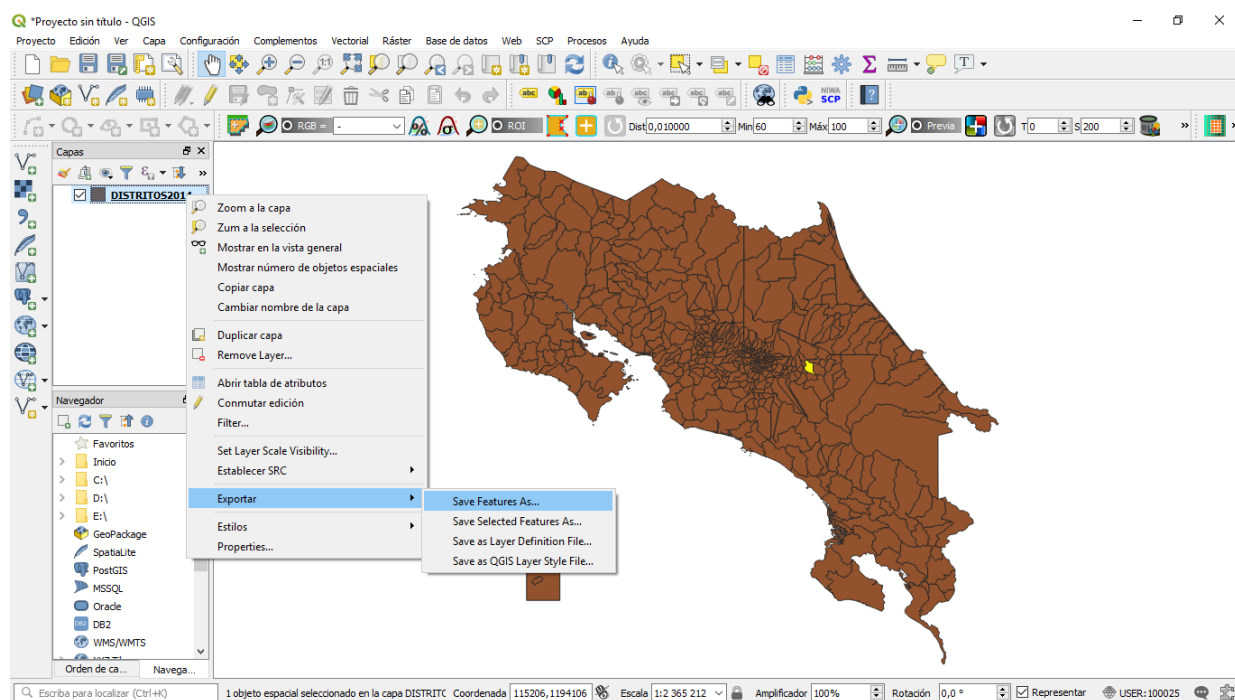


Figura 5. Proceso para guardar la capa.

En la ventana emergente se debe asegurar marcar la casilla “Guardar solo los objetos espaciales seleccionados” y rellenar de la forma que se muestra en la Figura 6.

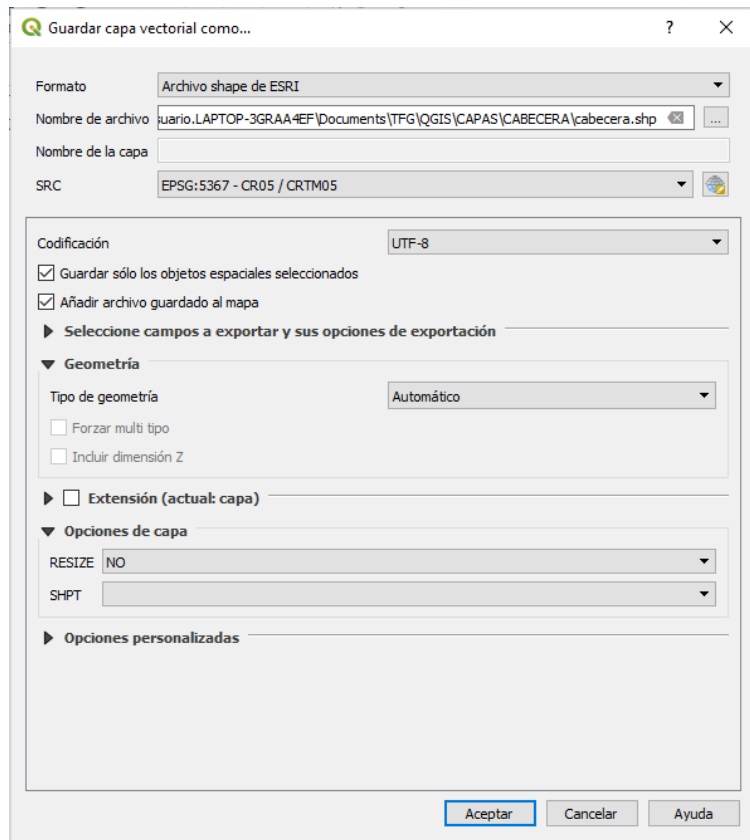


Figura 6. Ventana emergente para guardar la capa.

El resultado final se observa en la Figura 7.

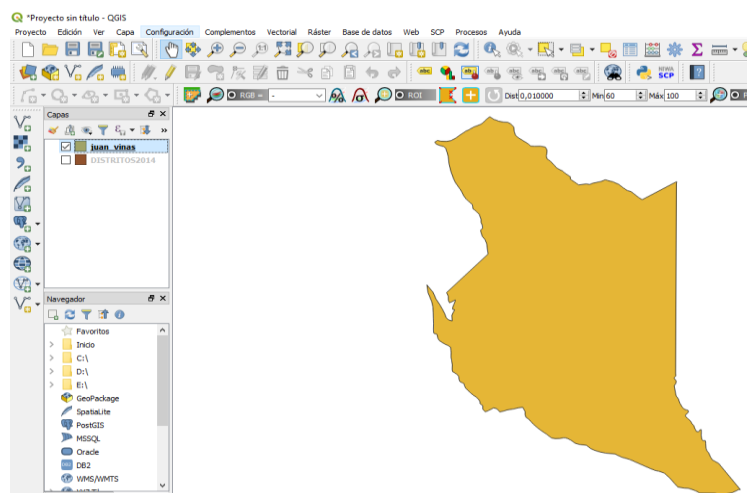




Figura 7. Resultado final.

A la capa generada se le debe dar click derecho y abrir la tabla de atributos. Una vez en la tabla de atributos se deben eliminar en el ícono las columnas que se muestran en la Figura 8. Primero se debe conmutar la edición en el ícono  y posteriormente buscar el ícono .

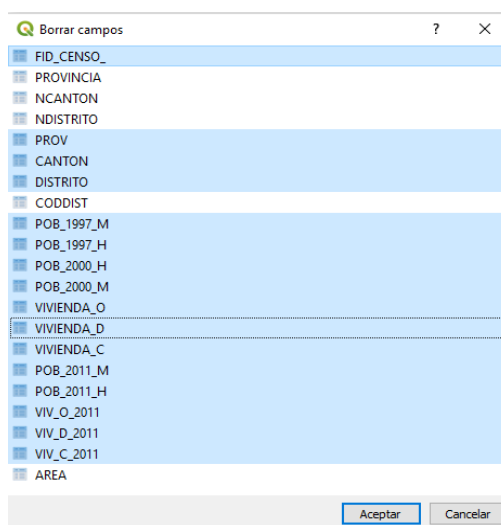



Figura 8. Columnas a eliminar de la capa.

Adicionalmente se debe crear una columna llamada "ID" donde se debe asignar el consecutivo 1 y otra llamada "COD\_DIST" con el número 30401. Para crear la nueva columna se debe ir al ícono  y rellenar la ventana emergente como se muestra en la Figura 9.

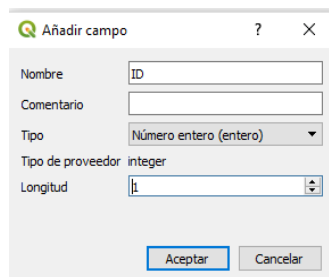


Figura 9. Forma de rellenar la casilla para crear una nueva columna.

Por último se debe ir a la caja de herramientas y buscar “Rehacer campos” como se muestra en la Figura 10.

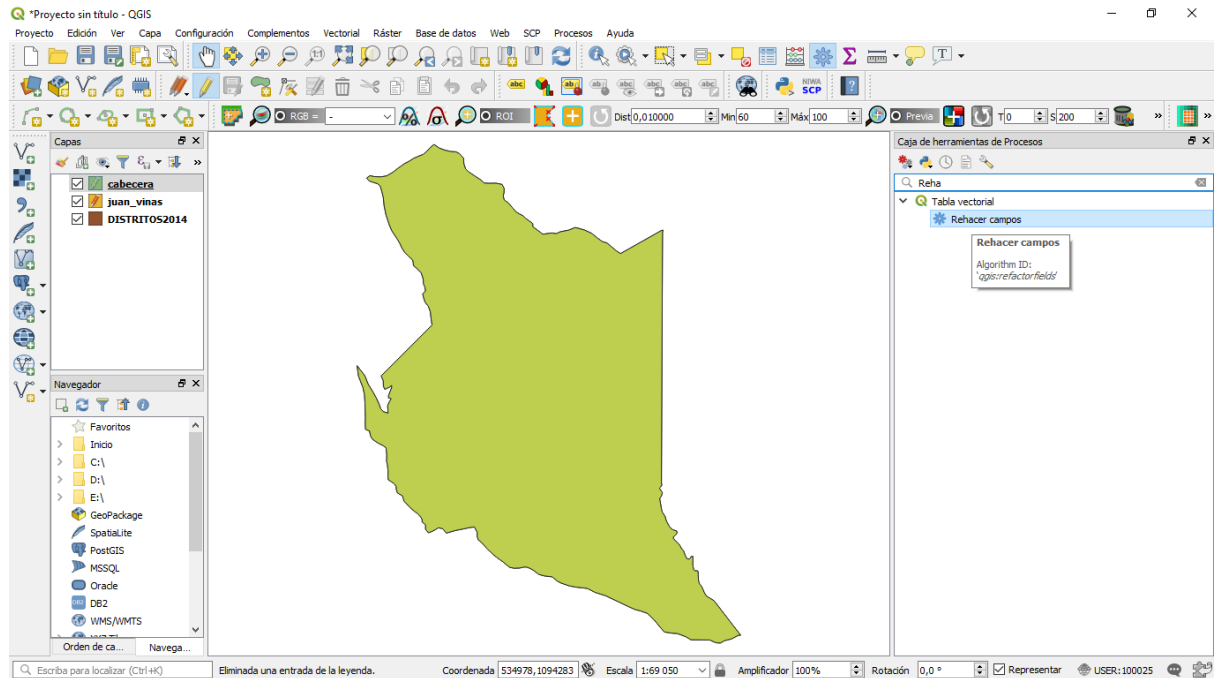


Figura 10. Herramienta para rehacer los campos.

Se debe abrir la herramienta y acomodar las columnas en el orden y con el nombre que se muestra en la Figura 11. Posteriormente se debe guardar la capa como se desea. Por último, se click en “Ejecutar en segundo plano”. Es importante que cuando se guarde el archivo se verifique que es en formato shape. Además, se pueden modificar el número de decimales desde esta herramienta, por lo tanto para la columna de “AREA\_KM” se deja en 3. En la Figura 12 se muestra el resultado.

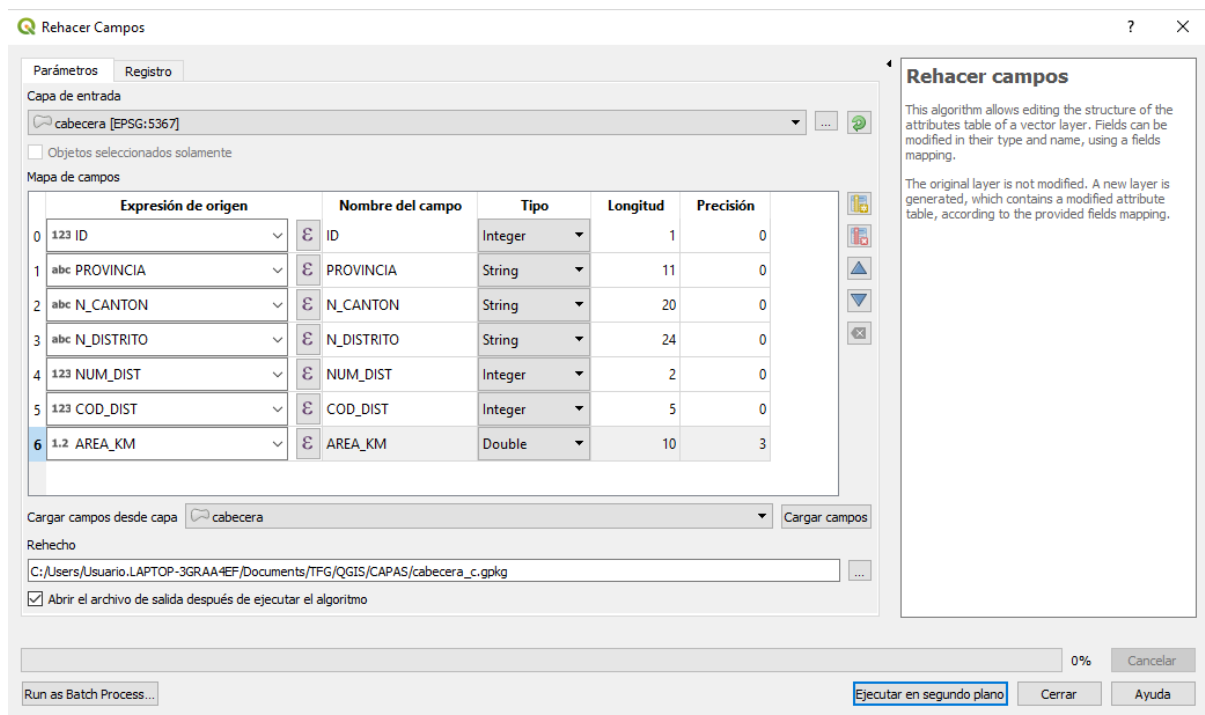


Figura 11. Forma de rellenar la ventana emergente de la herramienta rehacer campos.

	ID	PROVINCIA	N_CANTON	N_DISTRITO	NUM_DIST	COD_DIST	AREA_KM
1	1	Cartago	Jiménez	Juan Viñas	1	30 401	43,131

Figura 12. Resultado final de la tabla de atributos de la capa de cabecera.

**Nota:** La capa de distritos se realiza de la misma forma, pero para el filtro avanzado se utiliza la expresión que se muestra en la Figura 13. Los códigos del distrito son los siguientes: Tucurrique 30402 y Pejibaye 30403. El resultado final se muestra en la Figura 14.

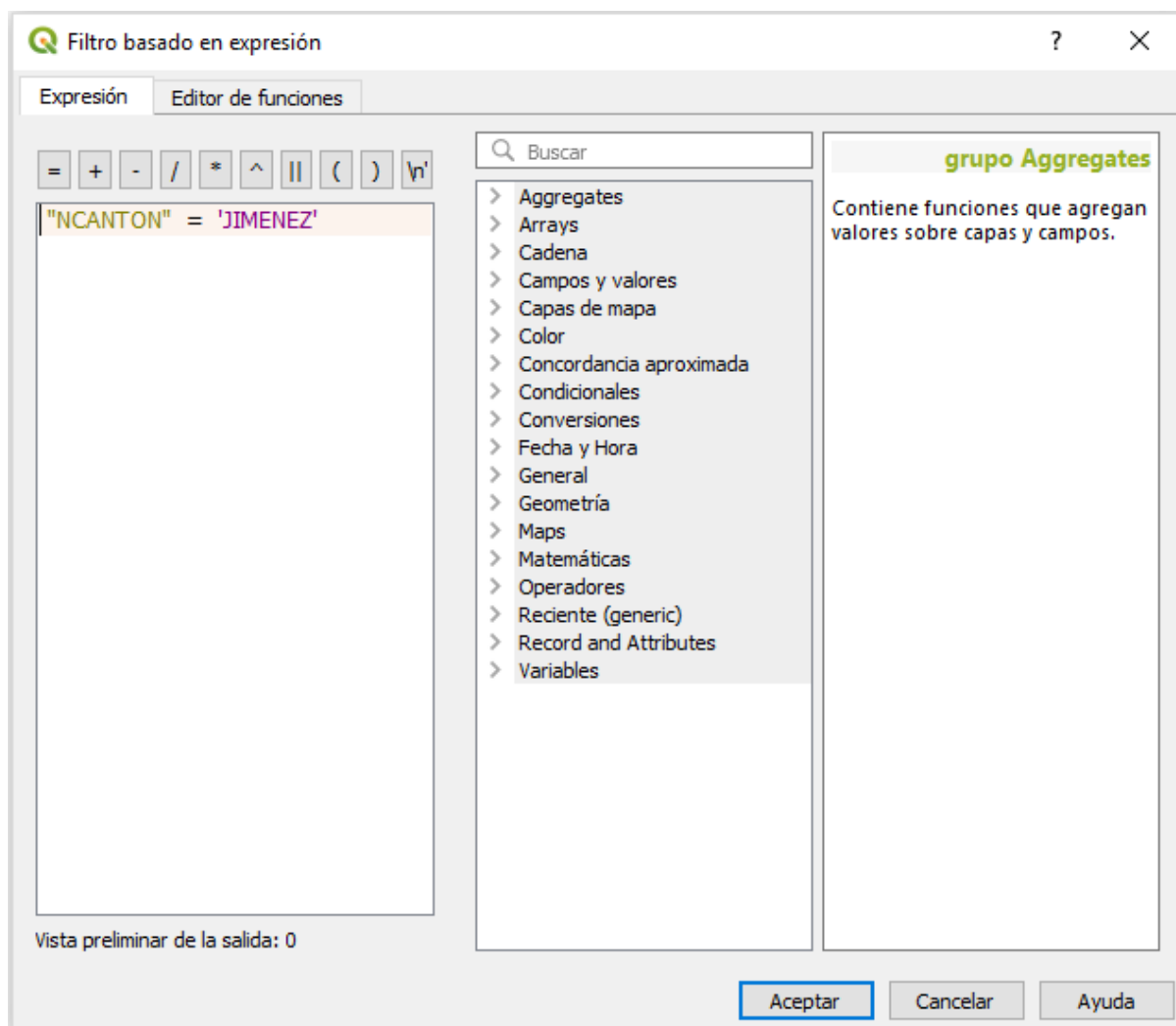


Figura 13. Filtro correspondiente para la capa de distritos.

	PROVINCIA	N_CANTON	N_DISTRITO	NUM_DIST	COD_DIST	AREA_KM
1	Cartago	Jiménez	Juan Viñas	1	30 401	43,131
2	Cartago	Jiménez	Tucurrique	2	30 402	33,454
3	Cartago	Jiménez	Pejibaye	3	30 403	174,105

Figura 14. Resultado final de la tabla de atributos para la capa de distritos.

#### 4. Tutorial para la creación de la capa de poblados y barrios

El primer paso para crear esta capa es generar una nueva capa de puntos. Se debe ir a la barra de herramientas/capa/crear capa/nueva capa de archivo shape como se muestra en la Figura 1.

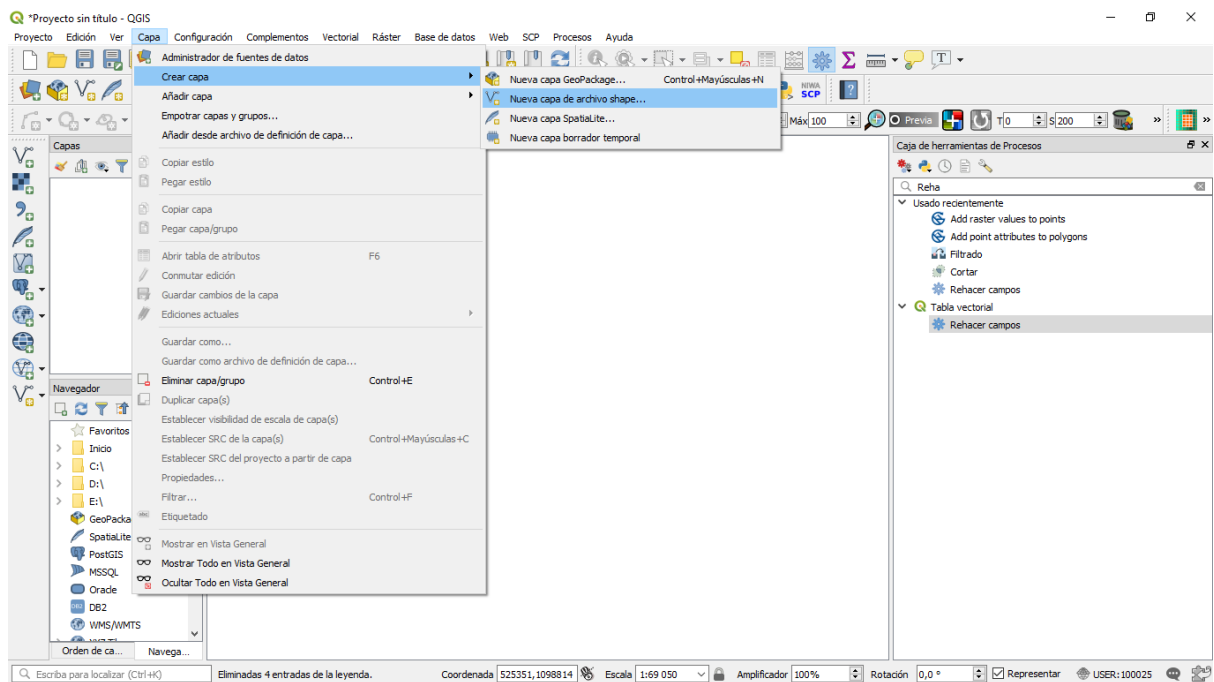


Figura 1. Creación de nueva capa.

Se debe rellenar la ventana emergente como se muestra en la Figura 2. El tipo de capa es de puntos y la longitud va a depender del nombre de cada poblado.



**Nueva capa de archivo shape**

**Tipo**

☒ Punto ☐ Línea ☐ Polígono

Codificación de archivo: UTF-8

SRC del proyecto (EPSG:5367 - CR05 / CRTM05)

**Nuevo campo**

Nombre:

Tipo: Datos de texto

Longitud: 80 Precisión:

**Lista de campos**

Nombre	Tipo	Longitud	Precisión
NOMBRE	String	80	

Figura 2. Forma de rellenar la ventana emergente para crear la capa.

Una vez creada la capa se debe poner la imagen de Google Hybrid y utilizar google maps para de esta forma ubicar los poblados que se encuentran dentro del distrito de Jiménez. Además, se puede utilizar la lista disponible en el Manual de Clasificación Geográfica con fines Estadísticos de Costa Rica (INEC, 2016), de los poblados y barrios del cantón de Jiménez. Se debe seleccionar la capa de poblados e ir al ícono





de “conmutar edición”  y luego al ícono “Añadir punto” . Una vez que se ubica un poblado se debe añadir un punto como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Punto añadido para el poblado del Congo.

Cuando se tienen los poblados añadidos para cada distrito, se debe agregar una columna llamada “ID” de tipo “número entero” con una longitud de 2, una llamada “COD\_CAN” de tipo “número entero” con una longitud de 3, otra llamada “COD\_DIST” de tipo “número entero” con una longitud de 5, una columna llamada “COORD\_X” y la última llamada “COORD\_Y” ambas de tipo “número decimal (real)” con una longitud de 10 y una precisión de 3. Una vez creadas las columnas se debe conmutar la edición de la tabla de atributos en el ícono  y posteriormente ir a la calculadora de campos . Para la columna de “ID” se rellena la ventana emergente como se muestra en la Figura 4.

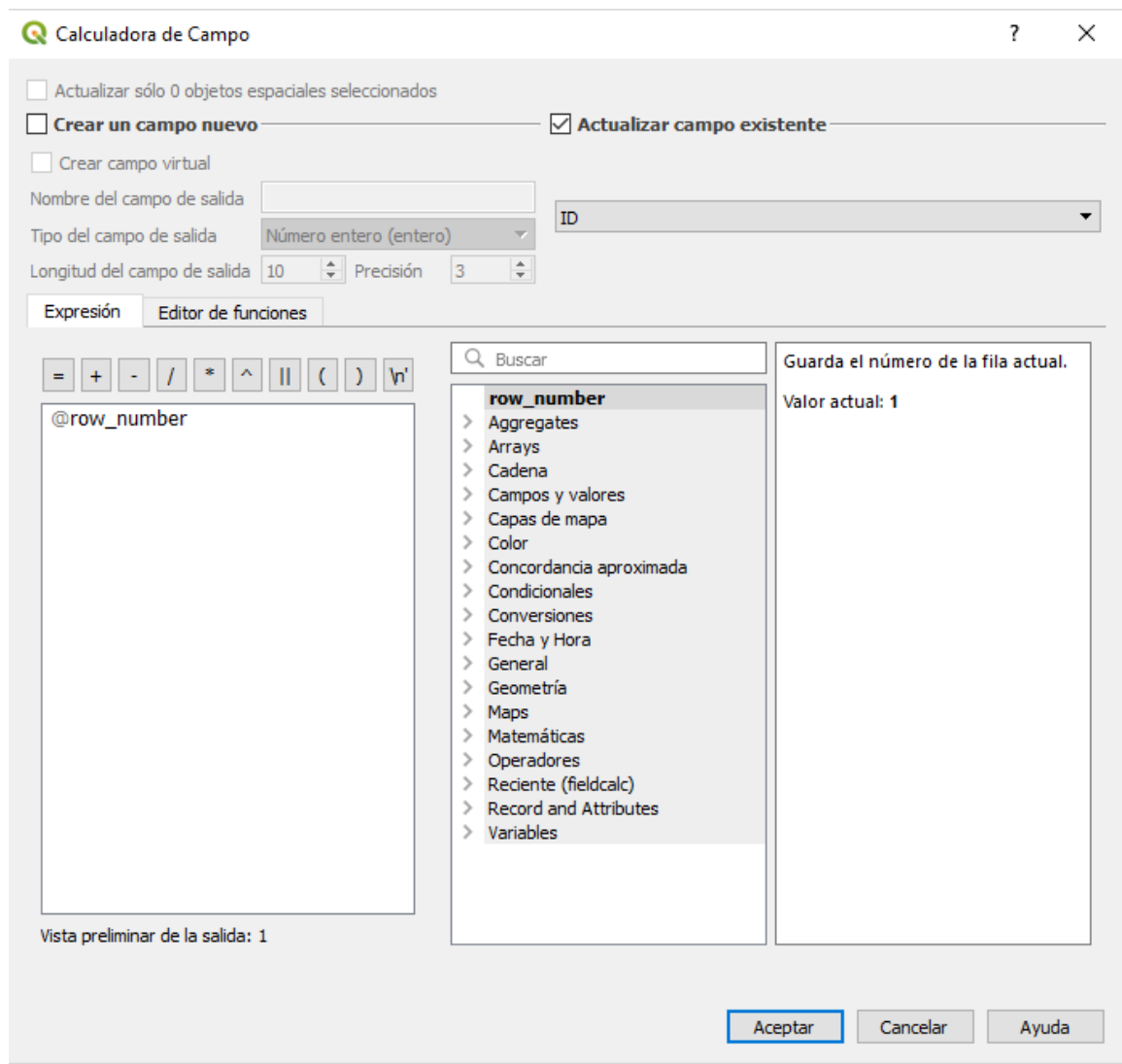


Figura 4. Forma de rellenar la calculadora de campo para la columna "ID".

Para la columna de "COD\_CAN" se rellena la ventana emergente como se muestra en la Figura 5.

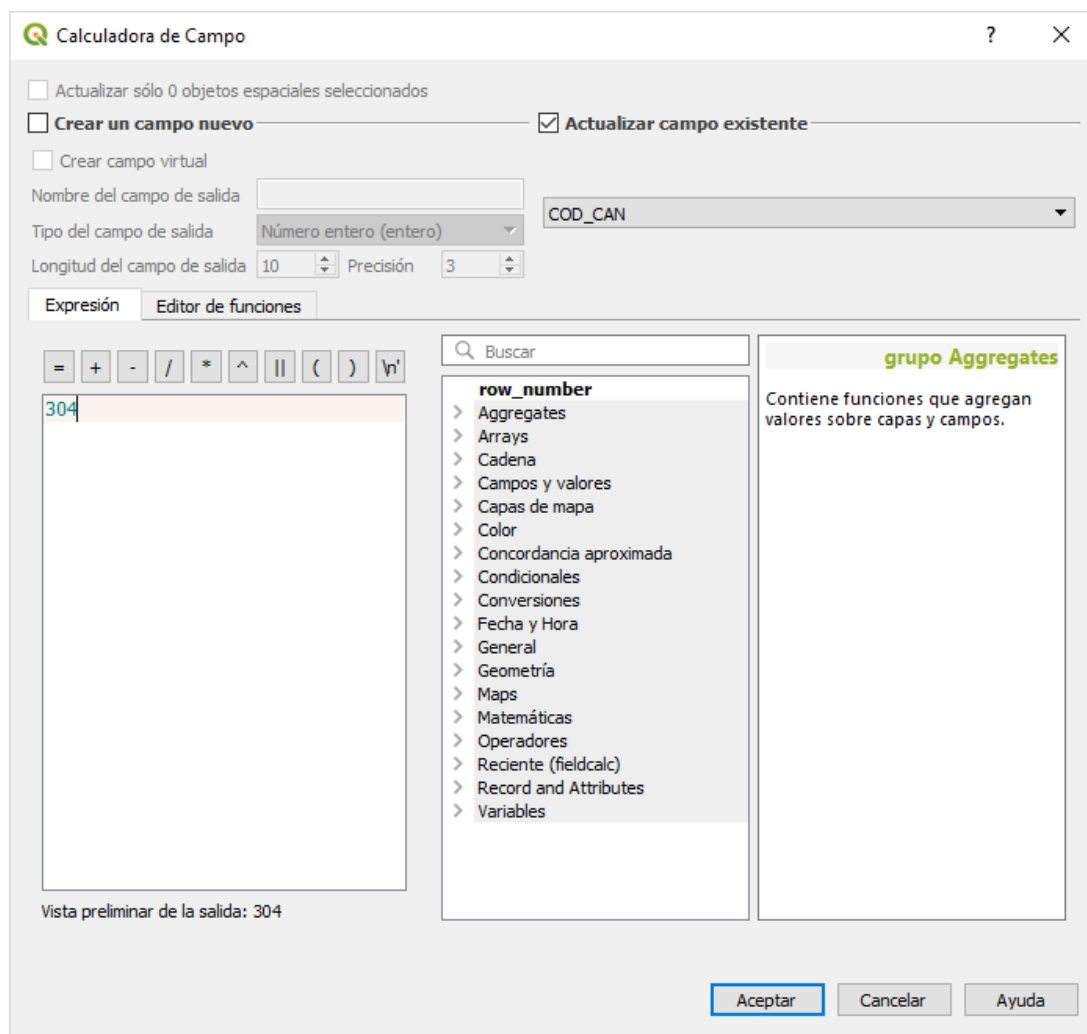


Figura 5. Forma de rellenar la ventana de la calculadora de campo.

**Nota:** Para la columna de “COD\_DIST” se realiza de la misma forma con el cuidado de cambiar la columna que se desea modificar y poner la información correcta. En este caso se deben seleccionar los poblados pertenecientes a cada distrito y realizar los mismos pasos que para la columna de “COD\_CAN”. Los códigos para los distritos son Juan Viñas 30401, Tucurrique 30402 y Pejibaye 30403.

Para las columnas de las coordenadas se debe ir a la calculadora de campo y seleccionar la expresión que se muestra en la Figura 6.

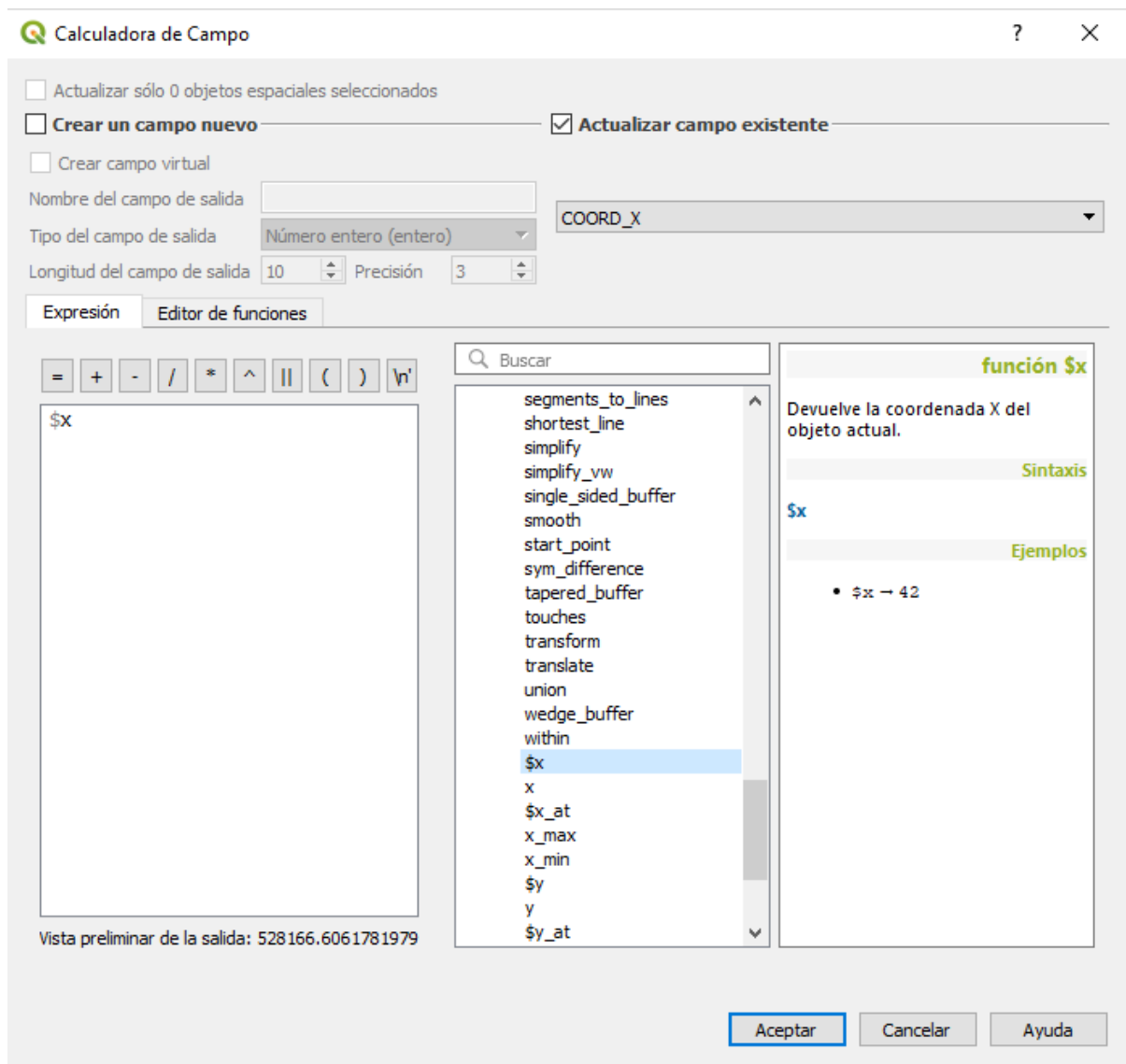


Figura 6. Forma de rellenar la ventana de la calculadora de campo para la columna de “COORD\_X”.

**Nota:** Para la columna de “COORD\_Y” se realizan los mismos pasos con la diferencia de utilizar la expresión “\$y”.

Por último se deben reacomodar las columnas como se realizó en la tutorial de Distritos y Cabeceras correspondiente a la herramienta “Rehacer campos” para obtener un resultado final como se muestra en la Figura 7.

	^ID	NOMBRE	COD_CAN	COD_DIST	COORD_X	COORD_Y
1	1	Juan Viñas	304	30401	527822.197	1094092.796
2	2	Santa Marta	304	30401	526686.576	1092495.480
3	3	La Gloria	304	30401	529547.344	1091141.914
4	4	Los Alpes	304	30401	529044.742	1093971.624
5	5	Buenos Aires	304	30401	528141.164	1094588.741
6	6	Naranjo	304	30401	525858.867	1093878.319
7	7	Alto de la Victoria	304	30401	529659.460	1094828.819

Figura 7. Resultado final de la tabla de atributos de la capa de poblados.

**Nota:** De igual forma se debe realizar la capa de barrios.

En resultado final de la capa de barrios muestra en la Figura 8.

	^ID	NOMBRE	COD_CAN	COD_DIST	COORD_X	COORD_Y
1	1	INVU	304	30401	528166.606	1093943.862
2	2	Cuba	304	30401	528213.148	1093394.669
3	3	Santa Elena	304	30401	530171.548	1095021.440
4	4	El Carmen	304	30401	527843.957	1093922.457
5	5	La cuesta de Ech...	304	30401	528065.962	1094387.611
6	6	Los Jovitos	304	30401	529241.158	1095099.117
7	7	San Antonio	304	30401	528346.508	1094106.437
8	8	IMAS (San Cristó...	304	30401	529478.211	1094835.354

Figura 8. Resultado final de la tabla de atributos de la capa de barrios.

## 5. Tutorial para la creación de las capas de real vial nacional y cantonal

El primer paso es ingresar a la página del CONAVI ([http://www.conavi.go.cr/wps/wcm/connect/a2ebd6c2-06e2-4d82-a3ae-52a6a17fa891/Zona+1\\_8+Turrialba.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0](http://www.conavi.go.cr/wps/wcm/connect/a2ebd6c2-06e2-4d82-a3ae-52a6a17fa891/Zona+1_8+Turrialba.pdf?MOD=AJPERES&useDefaultText=0&useDefaultDesc=0)) para de esta forma determinar cuáles rutas corresponden a rutas nacionales, una vez que se identifican se las rutas se debe ir a la barra de herramientas/capa/crear capa/nueva capa de archivo shape y rellenar la ventana emergente como se muestra en la Figura 1.

Nueva capa de archivo shape

Nombre de archivo: Usuario\LAPTOP-3GRA4EF\Documents\TFG\QGIS\CAPAS\RED\_VIAL\_NACIONAL\red\_vial\_nacional.shp

Codificación de archivo: System

Tipo de geometría: Línea

☐ Incluir dimensión Z ☐ Incluir valores M

SRC del proyecto: EPSG:5367 - CR05 / CRTM05

Nuevo campo

Nombre:

Tipo: Texto

Longitud: 80 Precisión:

Añadir a la lista de campos

Lista de campos

Nombre	Tipo	Longitud	Precisión
id	Integer	10	

Eliminar campo

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 1. Creación de capa de líneas.

Una vez creada la capa, se debe poner la imagen de Google Hybrid para de esta forma ubicar las rutas nacionales que se encuentran dentro del distrito de Jiménez. Cuando





se identifica una ruta ir al icono “Conmutar edición”  y posteriormente al icono “Añadir línea”  para comenzar la digitalización como se muestra en la Figura 2. Conforme se termina una ruta, se le asigna el número de cada una.



Figura 2. Digitalización de las rutas nacionales.

Se debe crear una columna llamada “ID” de tipo “número entero” con una longitud de 2, una llamada “LONG\_KM” de tipo “número decimal (real)” con una longitud de 5 y una precisión de 3 y la última llamada “Z.CONSERV” de tipo “texto cadena” con una longitud de 1. Una vez creadas las columnas se debe conmutar la edición de la tabla de atributos en el ícono  y posteriormente ir a la calculadora de campos . Para la columna de “ID” se rellena la ventana emergente como se muestra en la Figura 3.



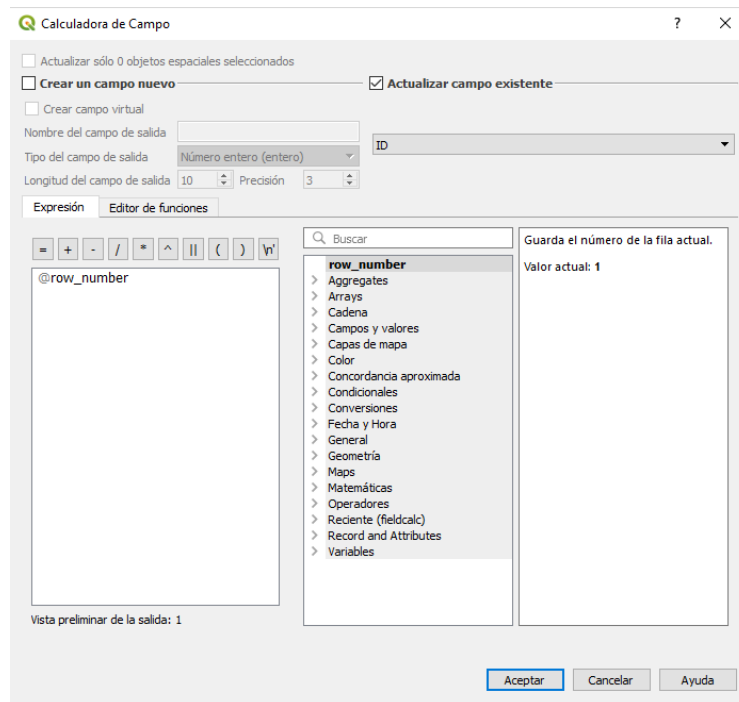


Figura 3. Calculador de campo para crear los atributos de la columna “ID”.

Para la columna de “LONG\_KM” se rellena la ventana emergente como se muestra en la Figura 4.

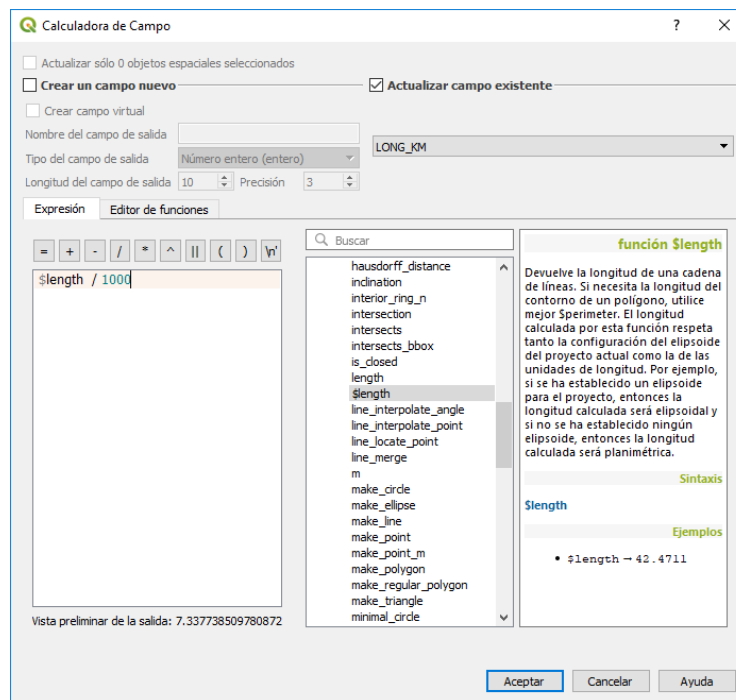


Figura 4. Forma de rellenar la ventana emergente para la columna “LONG\_KM”.

Para la columna llamada “Z.CONSERV” únicamente se debe marcar con una “X” si en una carretera nacional utilizada de zona de conservación. Esta información está disponible en la página del CONAVI.

Por último se deben reacomodar las columnas como se realizó en los tutoriales anteriores con la herramienta “Rehacer campos” para obtener un resultado final como se muestra en la Figura 5.

	ID	LONG_KM	RUTA	Z.CONSERV
1	1	7,338	10	X
2	2	1,944	225	X
3	3	10,032	225	
4	4	6,066	225	
5	5	5,307	408	
6	6	12,296	408	

Figura 5. Resultado final de la tabla de atributos de la capa de red vial nacional.

**Nota:** Para la capa de red vial cantonal se utiliza la que dispone la municipalidad. Los cambios que se hacen son de estandarización, por lo tanto se deben tomar en cuenta el documento llamado “Recomendaciones y Estandarización” ubicado en el Anexo 1 y utilizar las herramientas de la calculadora de campos y Rehacer campos.

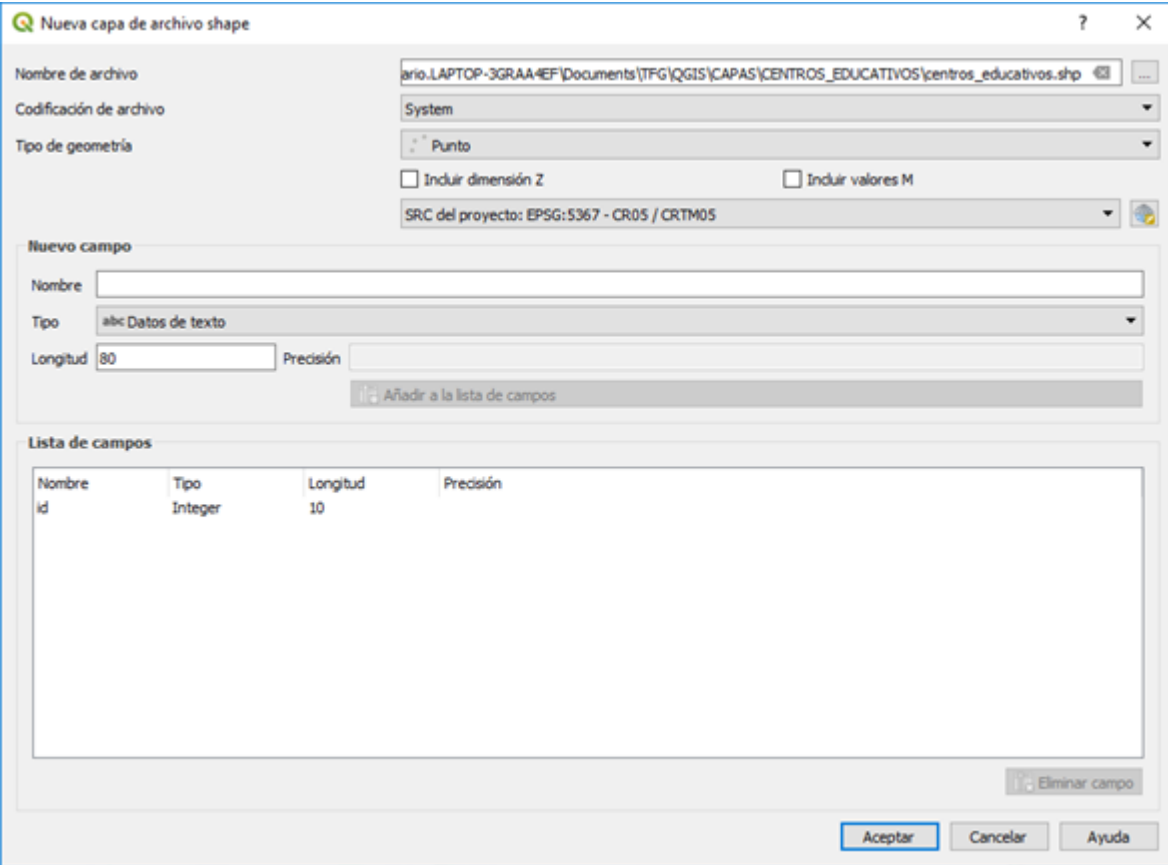
El resultado de la tabla de atributos de la capa de red vial cantonal se muestra en la Figura 6.

	ID	LONG_KM
1	1	1,377
2	2	1,945
3	3	0,158
4	4	0,005
5	5	0,005
6	6	0,158
7	7	0,543
8	8	0,080
9	9	0,005

Figura 6. Resultado final de la tabla de atributos de la capa de red vial cantonal.

## 6. Tutorial para crear la capa de centros educativos, centros culturales, centros de atención, centros de salud, instituciones gubernamentales y no gubernamentales y plazas y parques.

El primer paso es conocer la lista de centros educativos que se encuentran en el cantón, la cual se puede consultar en el siguiente link <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/turrialba.pdf>. Una vez que se identifican los centros educativos, se debe ir a la barra de herramientas/capa/crear capa/nueva capa de archivo shape y rellenar la ventana emergente como se muestra en la Figura 1.



**Nueva capa de archivo shape**

Nombre de archivo:

Codificación de archivo:

Tipo de geometría:

☐ Incluir dimensión Z ☐ Incluir valores M

SRC del proyecto: EPSG:5367 - CR05 / CRTM05

**Nuevo campo**

Nombre:

Tipo:



Longitud:  Precisión:

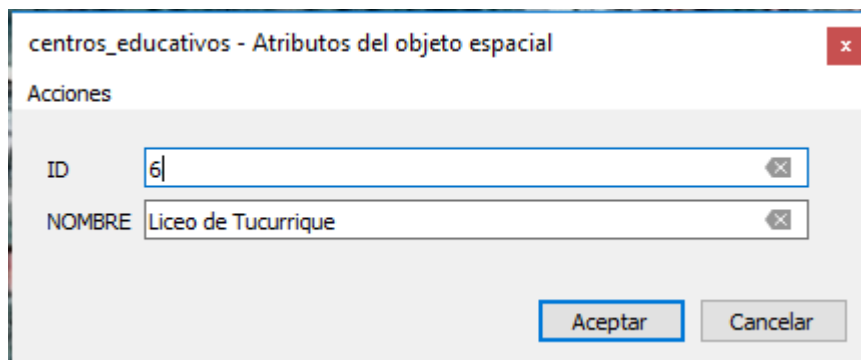
**Lista de campos**

Nombre	Tipo	Longitud	Precisión
id	Integer	10	

Figura 1. Información para crear una nueva capa de puntos.

Una vez creada la capa, se debe poner la imagen de Google Hybrid para de esta forma ubicar los centros educativos que se encuentran dentro del distrito de Jiménez.

Cuando se identifica un centro educativo ir al icono “Conmutar edición”  y posteriormente al icono “Añadir puntos”  para comenzar a añadir los puntos como se muestra en las Figuras 2 y 3.



centros\_educativos - Atributos del objeto espacial

Acciones


ID


NOMBRE

Figura 2. Ventanilla para añadir un nuevo punto a la capa.



Figura 3. Punto añadido.

Cuando se tienen todos los puntos añadidos para cada distrito se debe crear una columna llamada “ID” de tipo “número entero” con una longitud de 2, una llamada “COD\_CAN” de tipo “número entero” con una longitud de 3, otra llamada “COD\_DIST” de tipo “número entero” con una longitud de 5, una columna llamada “COORD\_X” y la última llamada “COORD\_Y” ambas de tipo “número decimal (real)” con una longitud de 10 y una precisión de 3. Una vez creadas las columnas se debe conmutar la edición de la tabla de atributos en el ícono  y posteriormente ir a la calculadora de campos

. Para la columna de “ID” se rellena la ventana emergente como se muestra en la Figura 4.

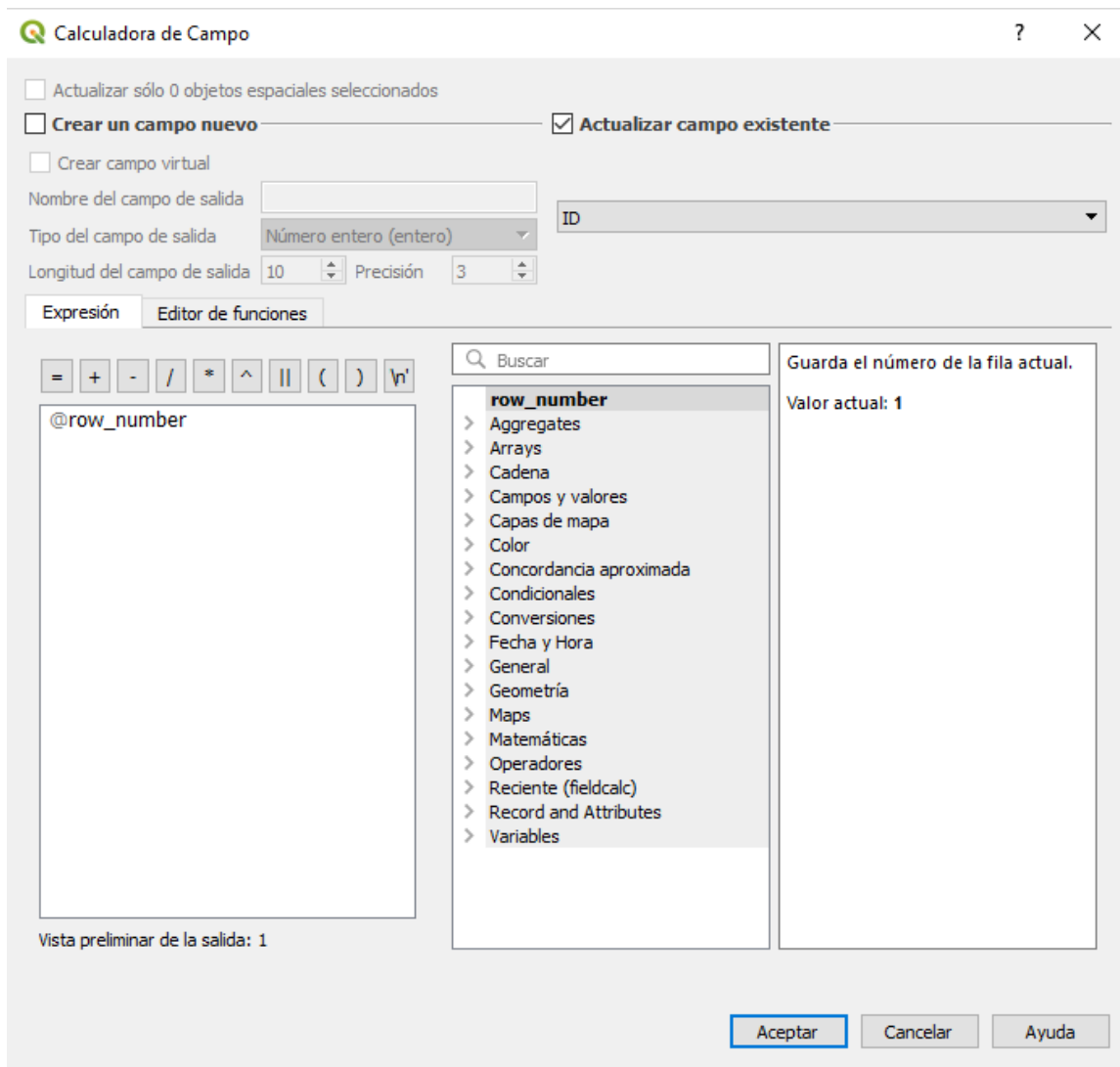


Figura 4. Forma de rellenar la calculadora de campo para la columna “ID”.

Para la columna de “COD\_CAN” se rellena la ventana emergente como se muestra en la Figura 5.

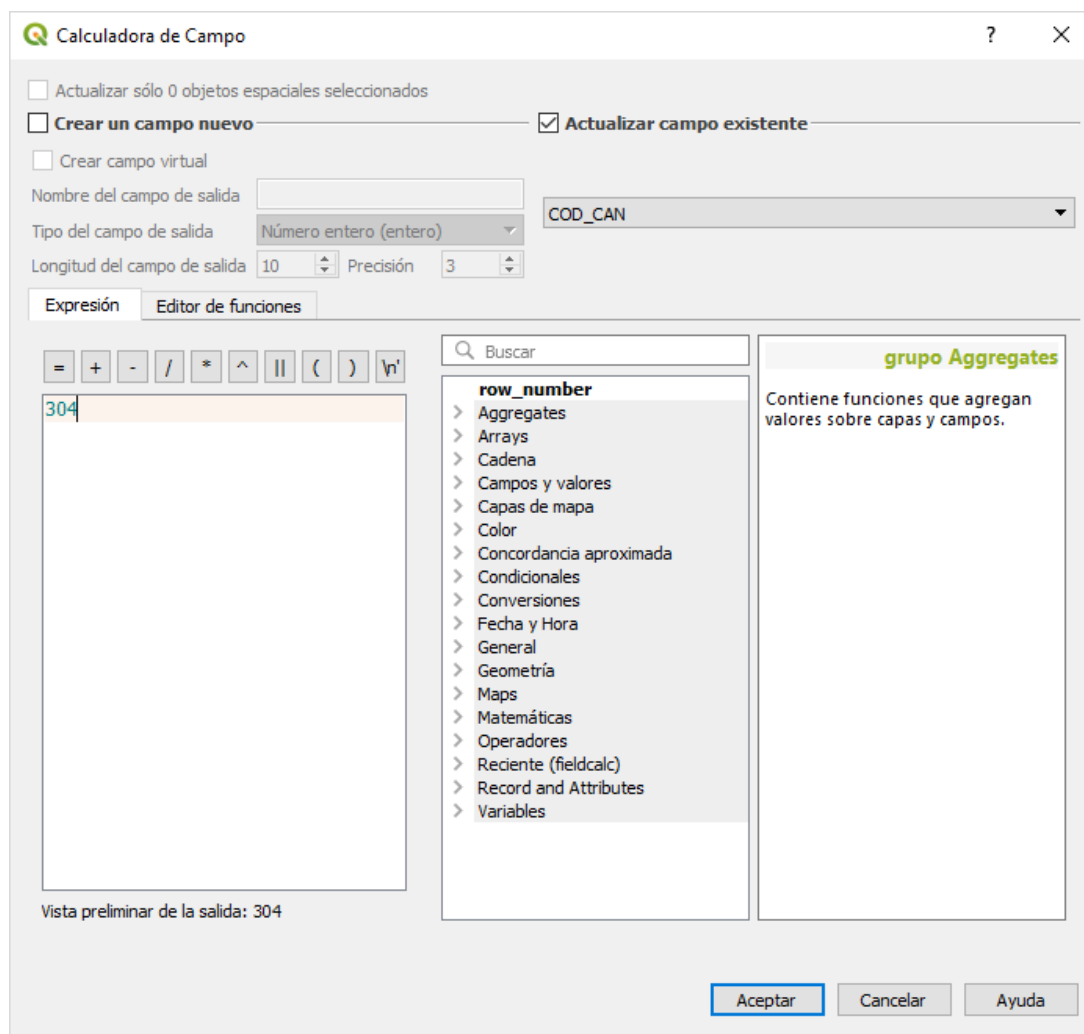


Figura 5. Forma de rellenar la ventana de la calculadora de campo.

**Nota:** Para la columna de “COD\_DIST” se realiza de la misma forma con el cuidado de cambiar la columna que se desea modificar y poner la información correcta. En este caso se deben seleccionar los poblados pertenecientes a cada distrito y realizar los mismos pasos que para la columna de “COD\_CAN”. Los códigos de los distritos son 30401 para Juan Viñas, 30402 para Tucurrique y 30403 para Pejibaye.

Para las columnas se debe ir a la calculadora de campo y seleccionar la expresión que se muestra en la Figura 6.

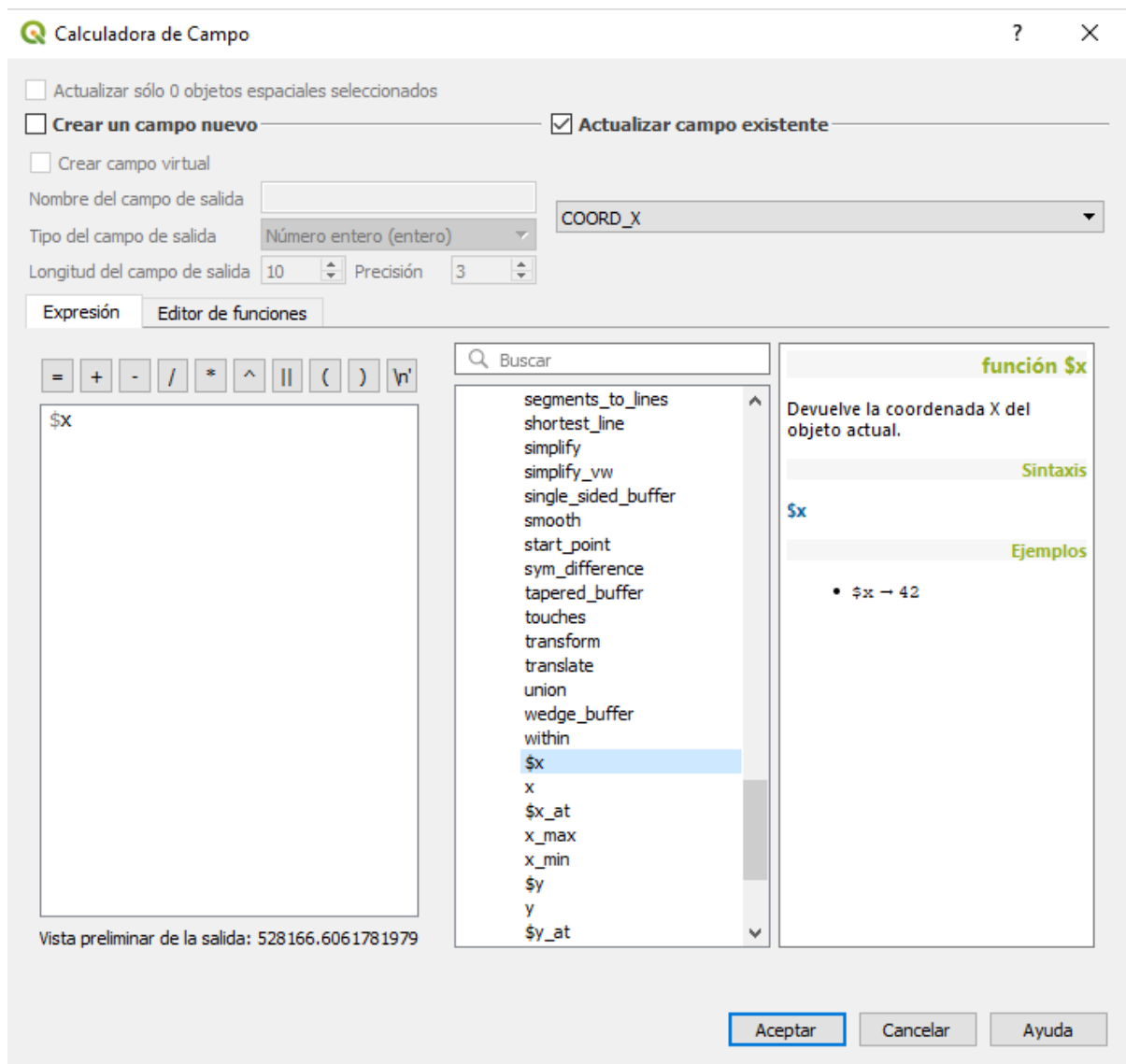


Figura 6. Forma de rellenar la ventana de la calculadora de campo para la columna de “COORD\_X”.

**Nota:** Para la columna de “COORD\_Y” se realizan los mismos pasos con la diferencia de utilizar la expresión “\$y”.

Por último se deben reacomodar las columnas como se realizó en la tutorial de Distritos y Cabeceras correspondiente a la herramienta “Rehacer campos” para obtener un resultado final como se muestra en la Figura 7.



	^ID	NOMBRE	COD_CANT	COD_DIST	COORD_X	COORD_Y
1	1	Escuela La Gloria	304	30 401	529 578,464	1 091 170,252
2	2	Escuela Santa Marta	304	30 401	526 897,995	1 092 252,582
3	3	Escuela Lourdes	304	30 401	524 632,458	1 095 009,136
4	4	Escuela Cecilio Lindo Morales	304	30 401	527 813,605	1 094 383,152
5	5	Liceo Hernán Vargas Ramírez	304	30 401	527 971,019	1 093 990,614
6	6	Escuela Manuel Jiménez de la Guardia	304	30 401	525 938,117	1 093 901,264

Figura 7. Resultado final de la tabla de atributos de la capa de centros educativos.

**NOTA 1:** De la misma forma que la capa de centros educativos, se deben crear las capas de centros de salud (EBAIS, CEN, CINAI, CECUDI y clínicas), centros culturales (salones comunales, iglesias, museos, bibliotecas, centros funerarios, centros deportivos, centros religiosos y centros artísticos), centros de atención (Fuerza Pública, Bomberos, Cruz Roja y albergues) y parque y plazas. Además, la capa de instituciones gubernamentales y no gubernamentales se debe realizar con información disponible en la municipalidad para posteriormente crear la capa de la misma forma.

	^ID	NOMBRE	COD_CAN	COD_DIST	COORD_X	COORD_Y
1	1	Ebais JUAN Viñas	304	30 401	527432.292	1 093 986,209
2	2	CEN-CINAI Juan Viñas	304	30 401	527509.832	1 093 991,461
3	3	CEN-CINAI Naranjo	304	30 401	525979.948	1 093 870,887
4	4	CEN-CINAI La Victoria	304	30 401	529680.123	1 094 808,996
5	5	Clínica Dental Tucurrique	304	30 402	530746.495	1 089 571,927
6	6	Ebais Tucurrique	304	30 402	530247.525	1 089 727,132
7	7	Ebais Pejibaye	304	30 403	532435.521	1 084 931,756

Figura 8. Resultado final de la tabla de atributos de la capa de centros de salud.

	ID	NOMBRE	COD_CAN	COD_DIST	COORD_X	COORD_Y
1	1	Salón comunal Naranjo	304	30 401	526007.064	1 093 865,195
2	2	Salón Parroquial	304	30 401	527863.765	1 094 024,167
3	3	Biblioteca Juan Viñas	304	30 401	527795.19	1 094 153,249
4	4	Cementerio Juan Viñas	304	30 401	527040.478	1 093 865,516
5	5	Iglesia de Juan Viñas	304	30 401	527822.869	1 094 039,364
6	6	Iglesia Evangélica Juan Viñas	304	30 401	527857.613	1 093 953,849
7	7	Salón Comunal INVU	304	30 401	528118.987	1 094 029,837
8	8	Iglesia Evangélica Los Alpes	304	30 401	528524.687	1 094 273,179
9	9	Iglesia Los Alpes	304	30 401	529074.304	1 093 980,998
10	10	Iglesia La Victoria	304	30 401	529641.837	1 094 808,812
11	11	Cementerio La Victoria	304	30 401	530461.145	1 095 032,831

Figura 9. Resultado final de tabla de atributos de la capa de centros culturales.

	ID	NOMBRE	COD_CAN	COD_DIST	COORD_X	COORD_Y
1	6	DElegación Polícial de Pejibaye	304	30 403	532 574,612	1 084 996,214
2	3	Cruz Roja Juan Viñas	304	30 401	527 795,755	1 094 137,438
3	4	Delegación Polícial de Tucurrique	304	30 402	530 739,715	1 089 537,032
4	1	Delegación Polícial de Juan Viñas	304	30 401	527 351,707	1 093 974,971
5	2	Estación de Bom...	304	30 401	527 796,668	1 094 119,273
6	5	Comité Auxiliar d...	304	30 402	530 606,052	1 089 425,618

Figura 10. Resultado final de la tabla de atributos de la capa de centros de atención.

	ID	NOMBRE	COD_CANT	COD_DIST	COORD_X	COORD_Y
1	1	Juzgado Contrav...	304	30401	527972.845	1094019.401
2	2	Biblioteca Pública...	304	30401	527794.846	1094151.545
3	3	NMAG-AEA Jimén...	304	30402	529806.619	1089680.345
4	4	ICE	304	30401	527864.509	1094009.889

Figura 11. Resultado final de la tabla de atributos de la capa de instituciones.

	ID	NOMBRE	COD_DIST	COD_DSIT	COORD_X	COORD_Y
1	1	Plaza Naranjo	304	30401	525997.383	1093788.981
2	2	Plaza La Maravilla	304	30401	527311.902	1093886.353
3	3	Plaza de Deporte...	304	30401	527753.306	1093657.526
4	4	Plaza el Invu	304	30401	528199.759	1093886.282
5	5	Plaza Los Alpes	304	30401	529091.965	1093825.554
6	6	Plaza La Victoria	304	30401	529685.043	1094720.008
7	7	Plaza El Congo	304	30401	527049.800	1090637.707
8	9	Plaza Sabanilla	304	30402	528423.739	1090156.324
9	8	Parque Ramón B...	304	30401	527829.567	1094099.633
10	10	Plaza 1 Tucurrique	304	30402	530208.968	1089564.971
11	11	Plaza 2 Tucurrique	304	30402	530686.439	1089579.598
12	13	Plaza Pejibaye	304	30403	532506.821	1085035.433
13	12	Plaza Vieja	304	30403	533390.480	1084624.654
14	14	Plaza El Humo	304	30403	531545.564	1083872.785

Figura 11. Resultado final de la tabla de atributos de la capa plazas y parques.

## 7. Tutorial para la creación de las capa de áreas urbanas y rurales.

Se debe buscar la herramienta "i.segment" en la caja de herramientas como se muestra en la Figura 1. Se debe subir la imagen satelital ya corregida, utilizada anteriormente.

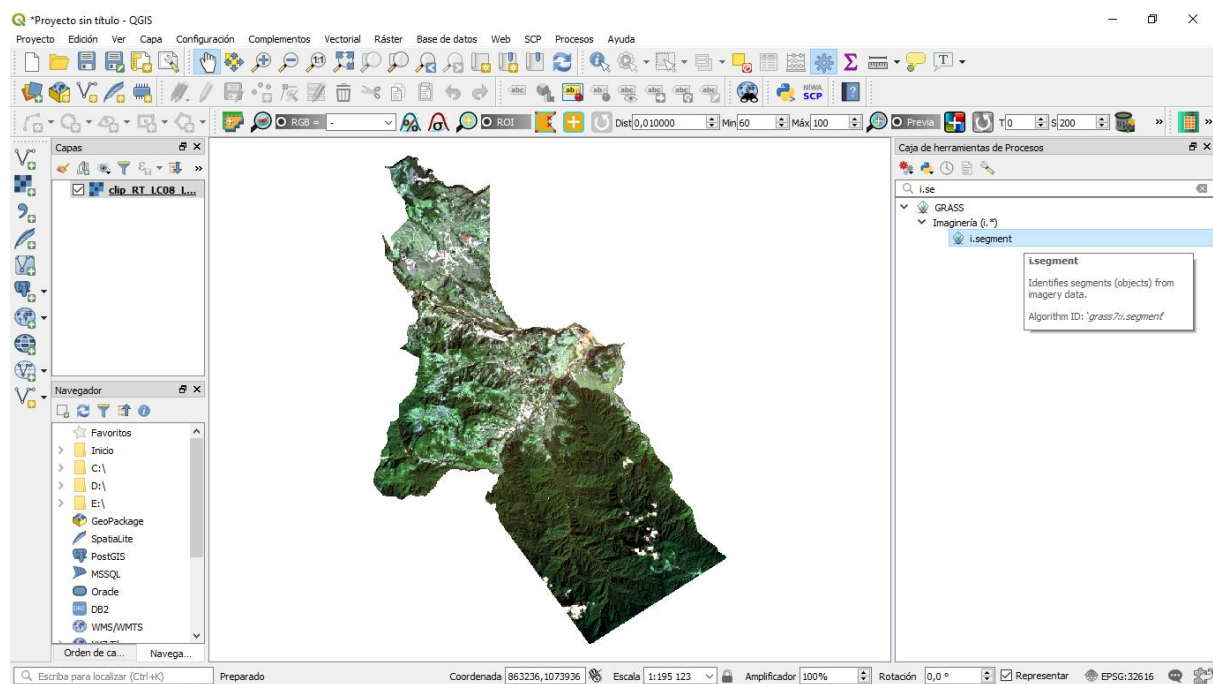


Figura 1. Herramienta "i.segment".

En la ventana que se abre (Figura 2) se configuran los siguientes campos:

Input rasters: Se selecciona la imagen satelital en formato ráster del área de estudio.


Difference threshold between 0 and 1: Se escribe un valor de 0,02.


Minimum number of cells in a segment: Se escoge el número 5.

Las demás opciones no se modifican.

**Nota:** Estos valores se pueden modificar según se desee la rigurosidad de la segmentación de la imagen. Para esta capa esos fueron los valores que mejor resultado dieron.

En la parte de parámetros avanzados (Figura 3) se configuran los siguientes campos:

Extensión de la región GRASS 7: se da clic en  y se selecciona “usar extensión de capa/lienzo”, donde se selecciona la imagen satelital en formato ráster del área de estudio para que el resultado de la segmentación sea del mismo tamaño que el área de estudio.

En las últimas opciones de la ventana, en “Segmented Raster” se puede dejar marcado la opción “Abrir el archivo de salida después de ejecutar el algoritmo” si se quiere un archivo temporal o para guardar la imagen ir al ícono  con un nombre específico. Por último se da clic en “Ejecutar”.

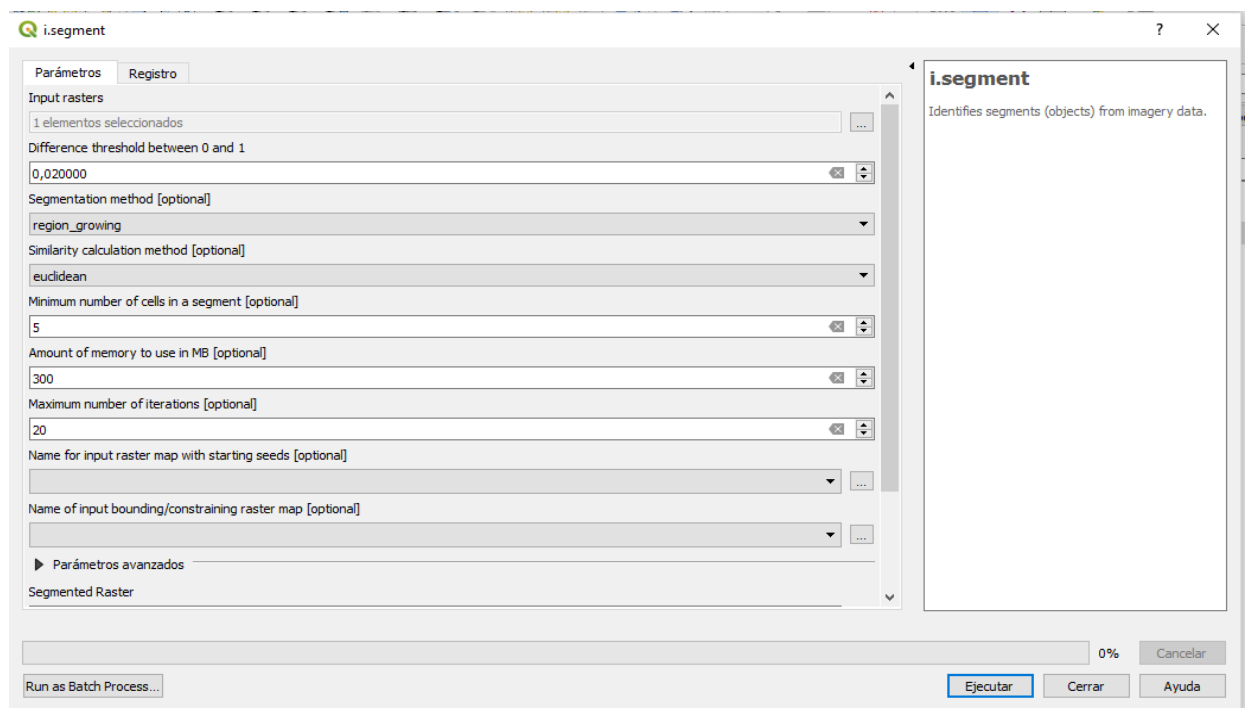


Figura 2. Ventana emergente con los datos a rellenar de la herramienta i.segment.

☒ Parámetros avanzados

☐ Use 8 neighbors (3x3 neighborhood) instead of the default 4 neighbors for each pixel

☐ Weighted input, do not perform the default scaling of input raster maps

Extensión de la región de GRASS GIS 7 (xmin, xmax, ymin, ymax) [optional]

852675.0,873255.0,1072875.0,1101465.0 [EPSG:32616]

Tamaño de celda de la región de GRASS GIS 7 (dejar 0 para predeterminado)

0,000000

Figura 3. Sección de parámetros avanzados de la herramienta i.segment.

El resultado final se muestra en la Figura 4.



Figura 4. Resultado final de la segmentación.

Ahora se realiza el procedimiento de poligonizar que consiste en pasar una capa de formato ráster a formato vectorial. Ir a la herramienta como se muestra en la Figura 5.

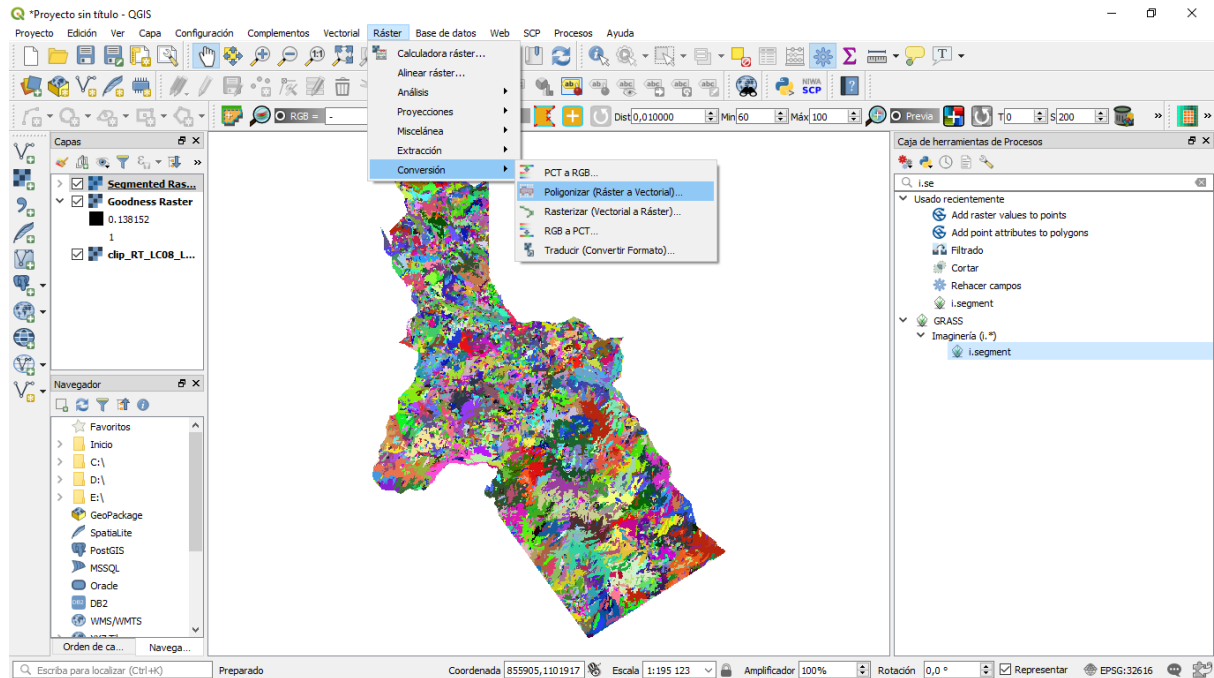


Figura 5. Ubicación de la herramienta para poligonizar.

Al dar clic se abre la ventana de la herramienta y se rellena de la siguiente forma (Figura 6):

En “Capa de entrada” se selecciona la imagen segmentada, las siguientes opciones se dejan sin modificar, y en la última opción llamada “Vectorizado” se guarda la capa que se generará.

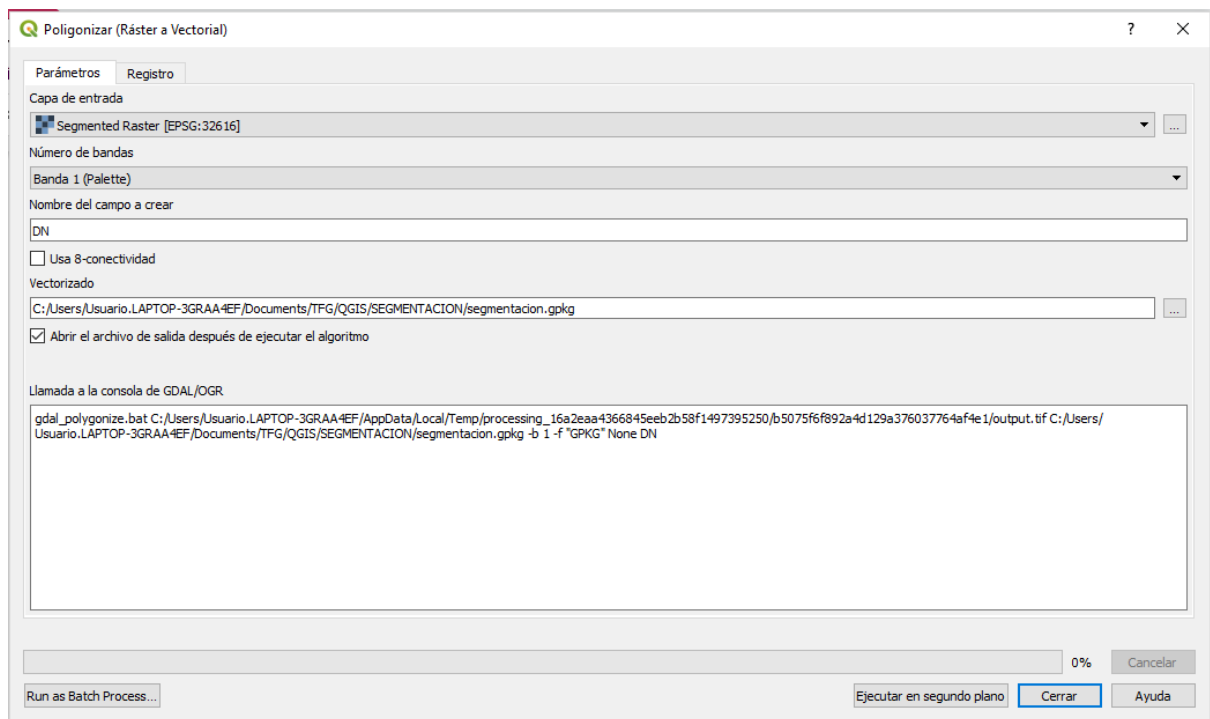


Figura 6. Ventana emergente en la herramienta poligonizar.

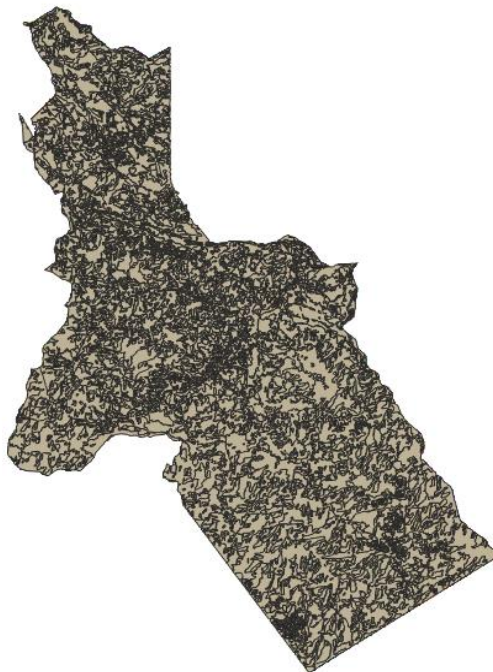


Figura 7. Resultado final.



Seguidamente se debe ir al panel de capas, dar click derecho en la capa shape, ir a propiedades y simbología; para quitar el color de relleno y únicamente dejar el borde. Se debe configurar como se muestra en la Figura 8.

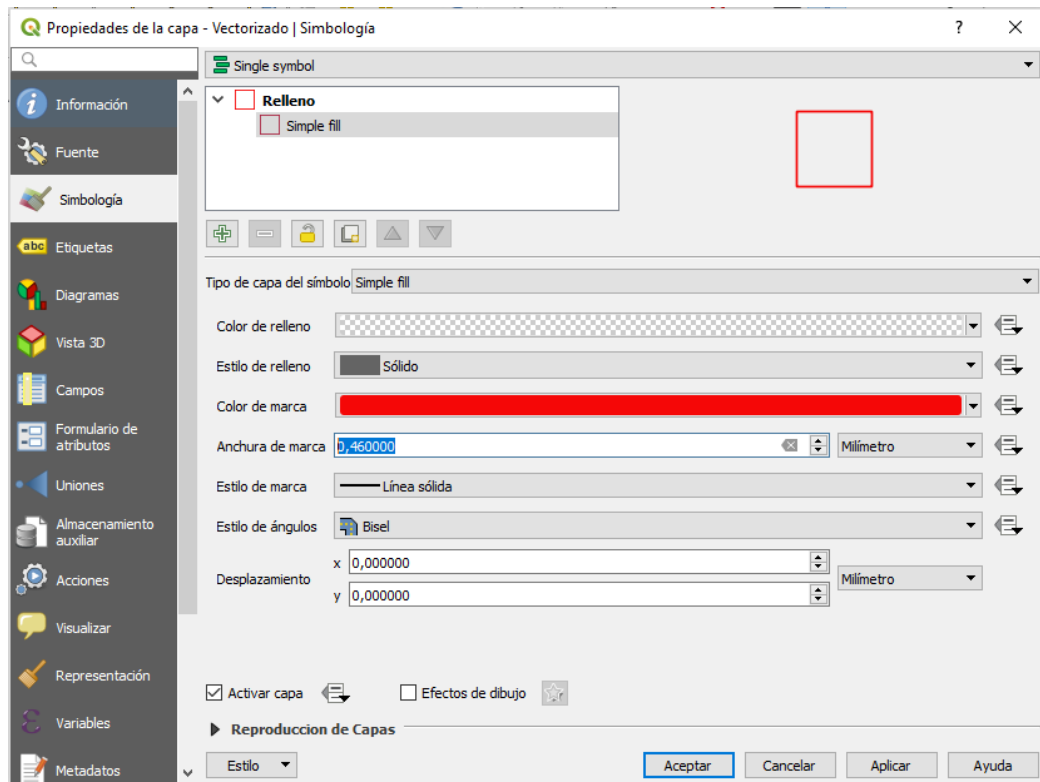



Figura 8. Configuración de las propiedades de la capa vectorial.

**Nota:** Para observar la infraestructura a seleccionar más adelante, es necesario poner una imagen de Google Earth o Bing o cualquier otra de alta definición en Qgis. (Figura 9).



Figura 9. Resultado de la capa vectorial sin relleno sobre la imagen de Google Bing.

Después de realizado el procedimiento anterior, en la barra de herramientas se busca “Seleccionar objetos espaciales por área o por clic único” en el ícono .

Con esta opción al dar clic en la capa se seleccionan los polígonos, la idea es seleccionar los polígonos en donde se observe que hay zonas urbanizadas. Es importante recordar, que para seleccionar varios polígonos a la vez se tiene que mantener siempre la tecla CTRL presionada (Figura 10).

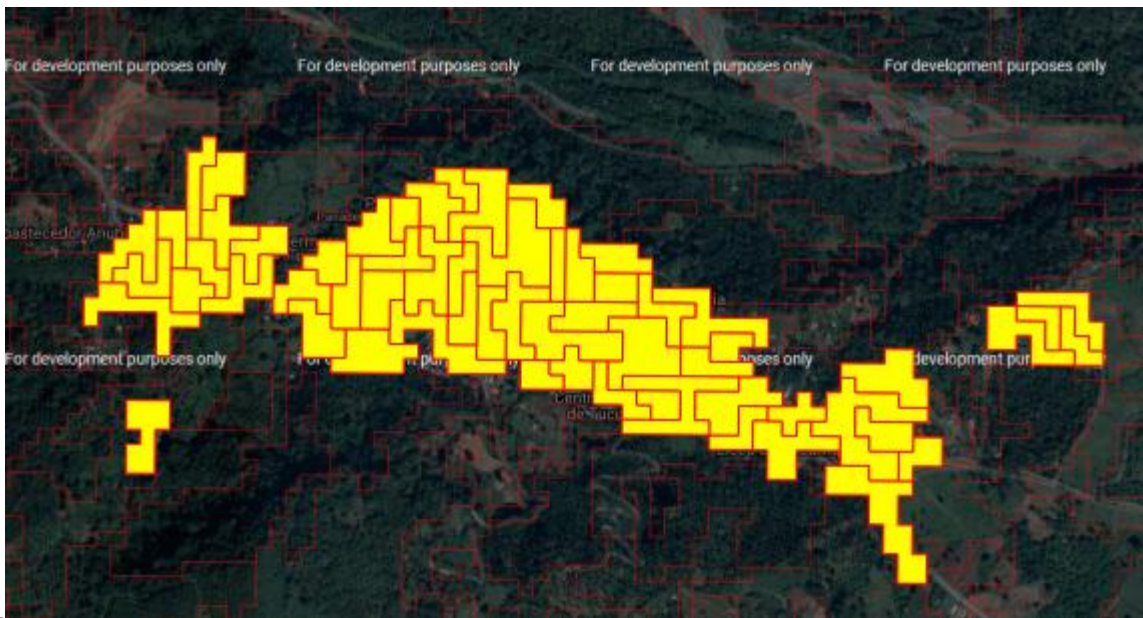


Figura 10. Polígonos seleccionados en las zonas urbanizadas.

Una vez seleccionados todos los polígonos del área de estudio donde se observa infraestructura, se da clic derecho en la capa y se busca la opción “guardar como”, en la opción “Nombre de archivo” se selecciona un nombre y lugar donde guardar la capa, se verifica que en SRC esté CRTM05 y también es **importante** marcar la opción “Guardar sólo los objetos espaciales seleccionados”, finalmente se da clic en “Aceptar” (Figura 11).

Se obtiene como resultado la capa de las áreas urbanas y rurales del cantón de Jiménez (Figura 12).



Figura 12. Resultado final de la capa de áreas urbanas y rurales.

Para generar una categorización de cuáles son áreas urbanas o rurales, se toma como referencia lo mencionado por el INEC en el documento Metodología para Clasificación de distritos según grado de Urbanización, que se menciona que la asignación del área urbana y rural se hace a partir del Censo Nacional de Población y Vivienda 2011, para ello, se utilizó una metodología que usó un índice basado en cuatro indicadores que son: porcentaje de población urbana en el distrito, densidad de población, viviendas individuales ocupadas, y porcentaje de población que no labora en el sector primario.

Sin embargo existieron distritos que eran partes de ambos (rural y urbano), según el índice, por lo que fueron clasificados como Predominantemente rural o Predominantemente urbano, como son los casos de los 3 distritos de Jiménez. Pejibaye y Tucurrique como Predominantemente rural, y Juan Viñas como Predominantemente urbano. Es así como en la tabla de atributos se creó esta categorización (Figura 13).

	^ ID	DISTRITO	GRADO_URB
1	1	Pejibaye	Predominante rural
2	2	Tucurrique	Predominante rural
3	3	Tucurrique	Predominante rural
4	4	Tucurrique	Predominante rural
5	5	Pejibaye	Predominante rural
6	6	Tucurrique	Predominante rural
7	7	Juan Viñas	Predominante urbano
8	8	Juan Viñas	Predominante urbano
9	9	Juan Viñas	Predominante urbano
10	10	Tucurrique	Predominante rural
11	11	Tucurrique	Predominante rural
12	12	Juan Viñas	Predominante urbano
13	13	Tucurrique	Predominante rural
14	14	Juan Viñas	Predominante urbano
15	15	Tucurrique	Predominante rural
16	16	Tucurrique	Predominante rural
17	17	Juan Viñas	Predominante urbano
18	18	Tucurrique	Predominante rural
19	19	Pejibaye	Predominante rural
20	20	Tucurrique	Predominante rural
21	21	Pejibaye	Predominante rural
22	22	Tucurrique	Predominante rural

Figura 13. Resultado final de la capa de áreas rurales y urbanas.

**Nota:** Para la capa de áreas urbanas se deben seleccionar únicamente los polígonos presentes en el distrito de Juan Viñas. Se debe ir al panel de capas, seleccionar esta

capa y dar “Guardar como”, además, es importante marcar la opción “Guardar solo los objetos espaciales seleccionados”. El resultado final se muestra en la Figura 14.

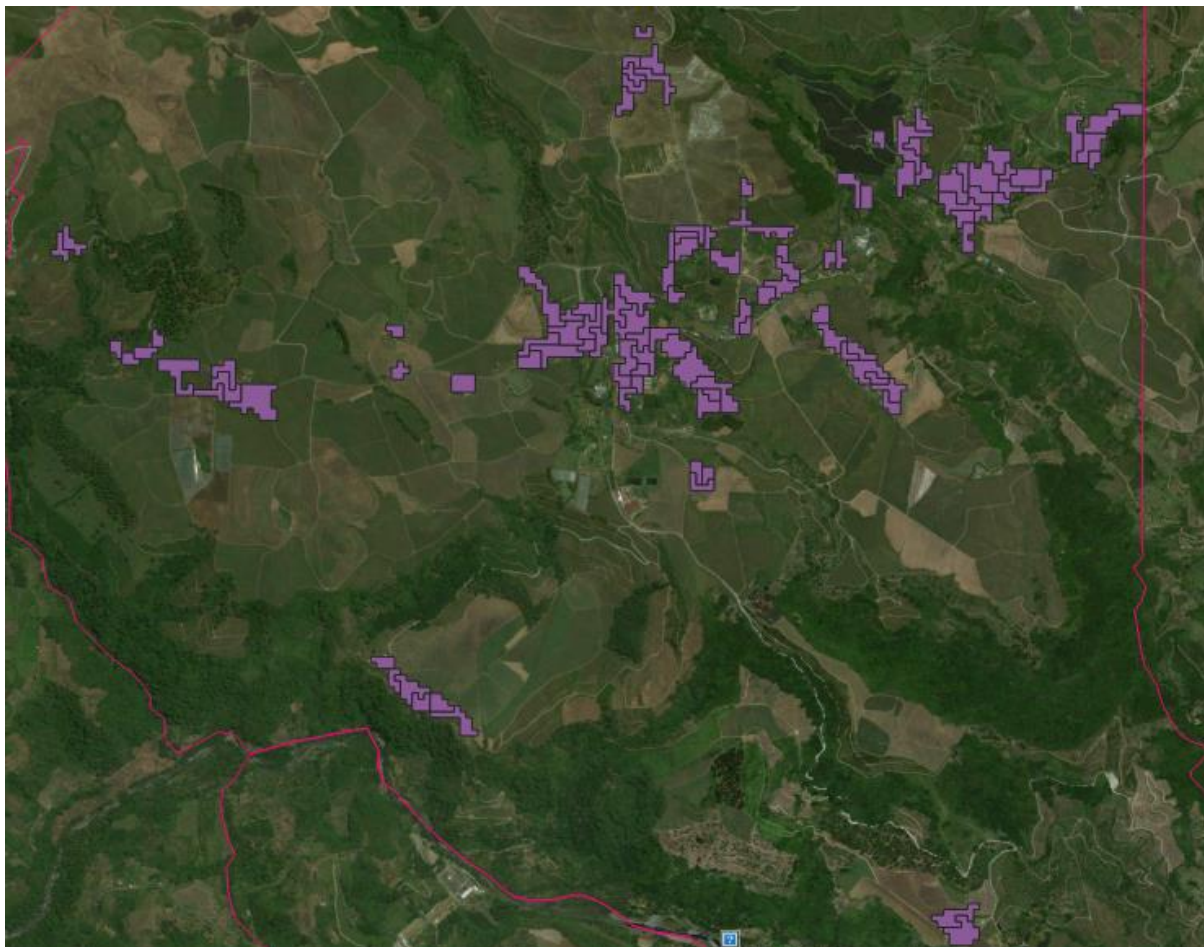



Figura 14. Resultado final de la capa de áreas urbanas.

A esta capa se le deben modificar los atributos de la columna “ID”, por lo tanto se debe abrir la tabla de atributos e ir al ícono de la calculadora de campo . Se debe poner en la calculadora de campo la expresión que se muestra en la Figura 15.

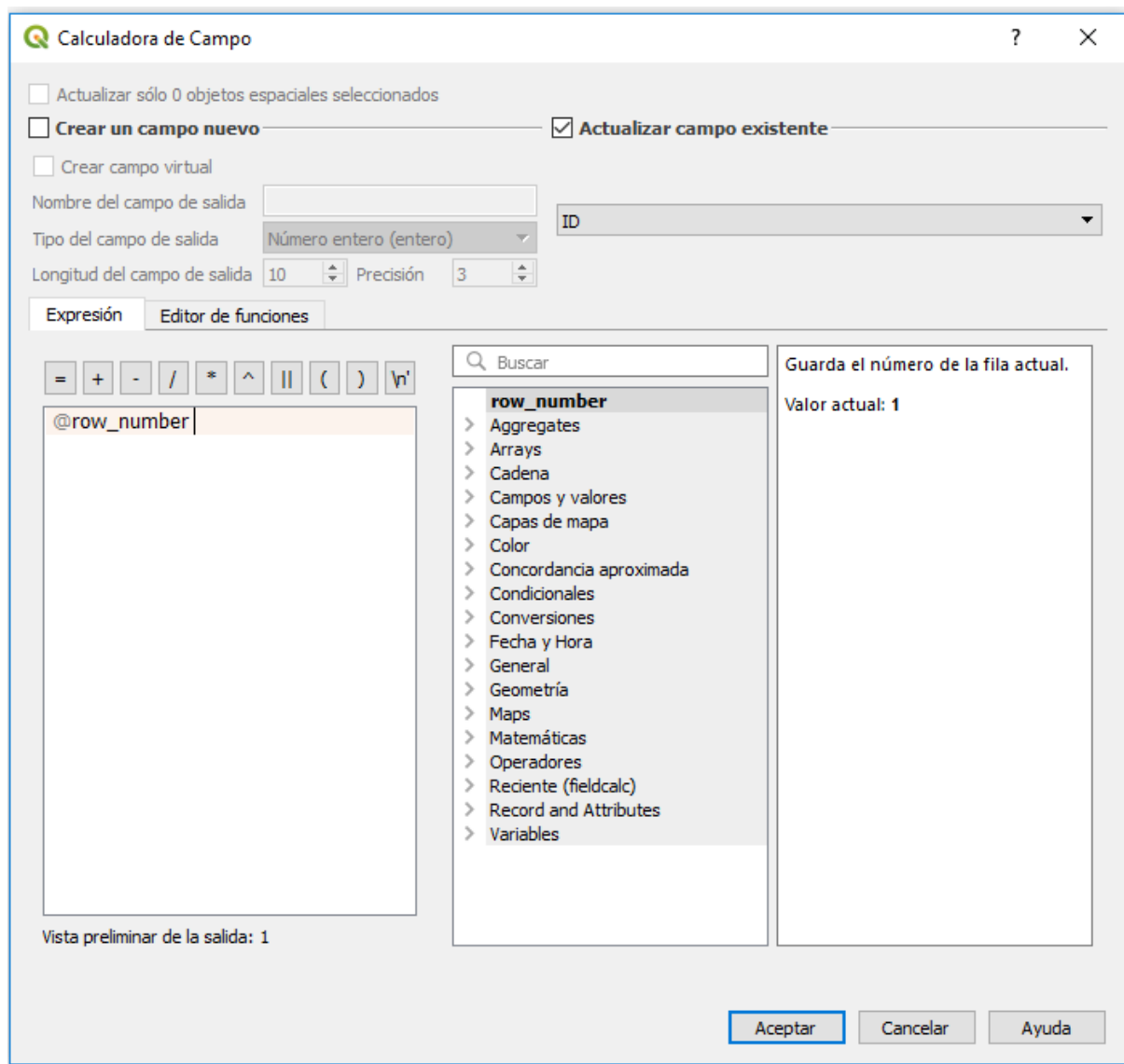



Figura 15. Modificación de los atributos de la columna “ID” por medio de la calculadora de campos.



	ID	DISTRITO	GRADO_URB
1	1	Juan Viñas	Predominante urbano
2	2	Juan Viñas	Predominante urbano
3	3	Juan Viñas	Predominante urbano
4	4	Juan Viñas	Predominante urbano
5	5	Juan Viñas	Predominante urbano
6	6	Juan Viñas	Predominante urbano
7	7	Juan Viñas	Predominante urbano
8	8	Juan Viñas	Predominante urbano
9	9	Juan Viñas	Predominante urbano
10	10	Juan Viñas	Predominante urbano

Figura 16. Resultado final de la tabla de atributos de la capa de áreas urbanas.

## 8. Tutorial para la creación de la capa de cuencas

Se debe disponer de la capa llamada “Cuencas2008crtm05” del Atlas Digital de Costa Rica 2014 y la capa del cantón de Jiménez. Se deben subir las capas en el ícono  a Qgis. Una vez subidas las capas ir a Vectorial/Herramientas de geoproceto/Cortar como se muestra en la Figura 1.

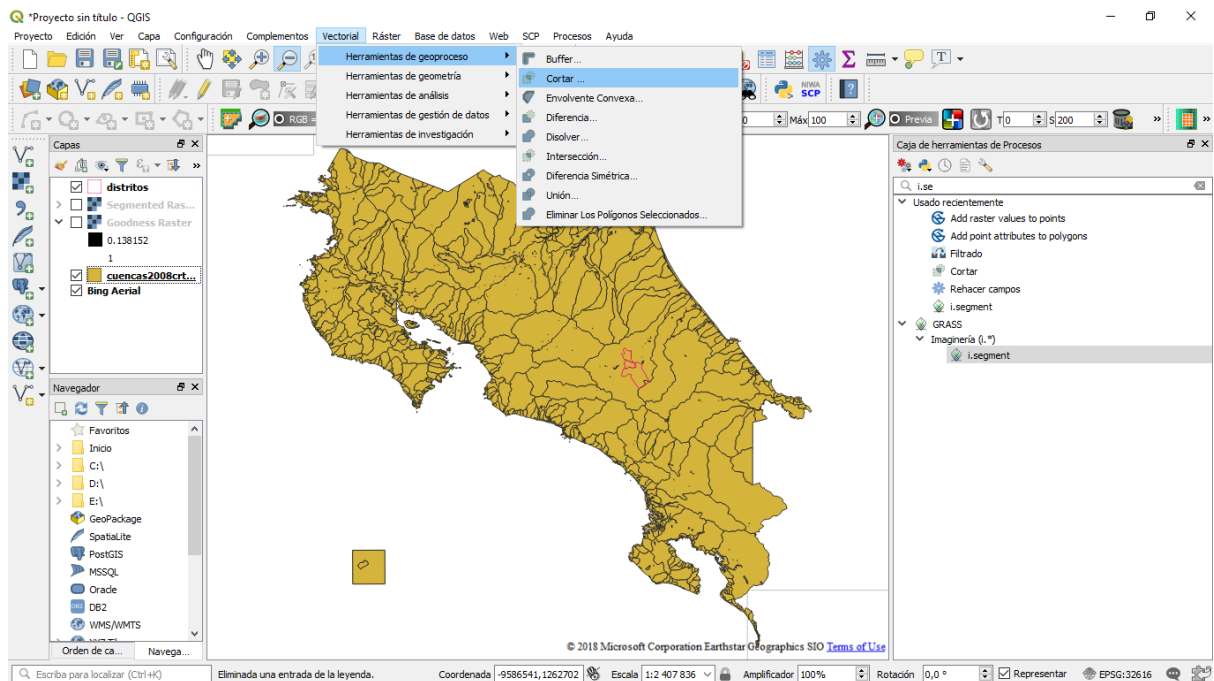


Figura 1. Buscar herramienta Cortar.

En la ventana emergente rellenar las casillas como se muestra en la Figura 2.



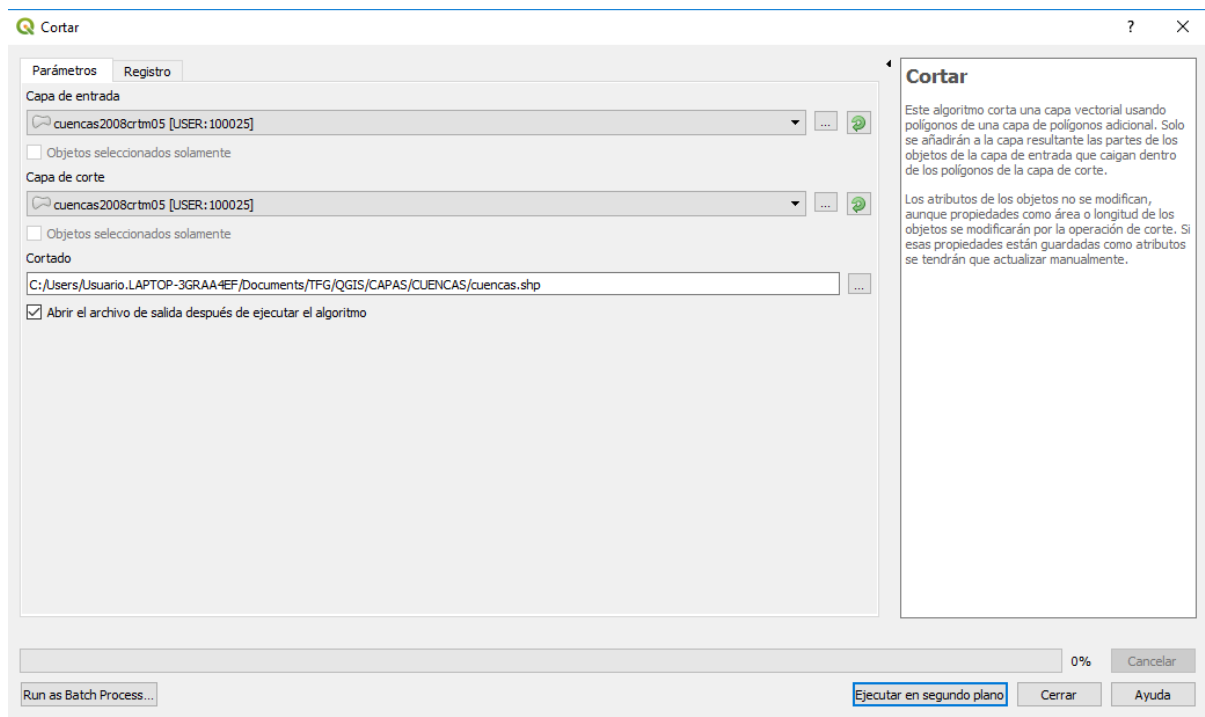



Figura 2. Configuración de la herramienta cortar.

Ir al panel de capas, click derecho y abrir la tabla de atributos. Se debe agregar una columna llamada “ID” por medio de la calculadora de campos en el ícono . Se debe poner la expresión que se muestra en la Figura 3.

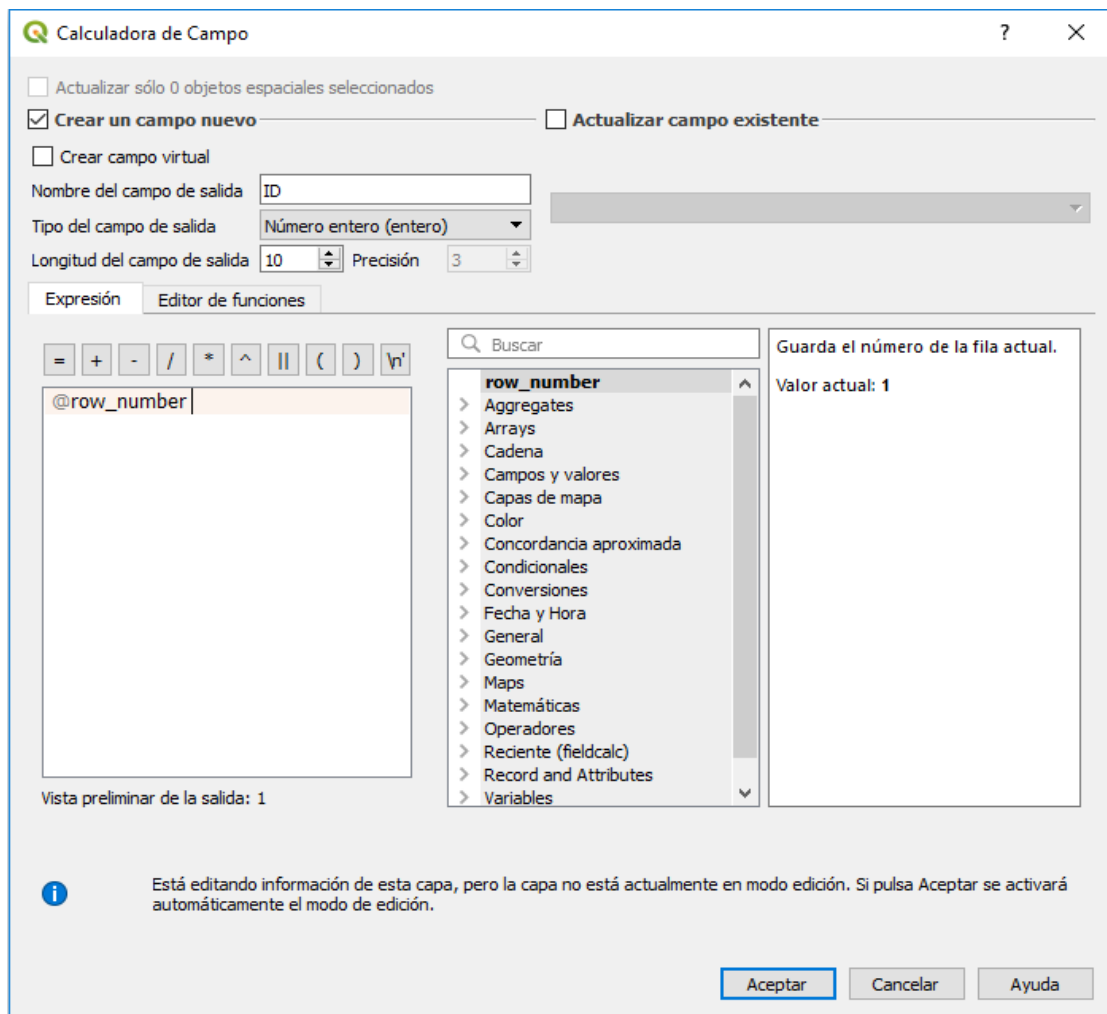


Figura 3. Expresión para generar la columna “ID”.

Por último se debe acomodar el orden de las columnas de la tabla de atributos. Ir a la caja de herramientas y buscar “Rehacer campos” para poner las columnas en el orden que se muestra en la Figura 4.

	ID	VERTIENTE	GRAN_CUENC	N_SUBCUENC	HECTARES
1	1	ATLANTICA	COSTERO CARIBENO	RIO REVENTAZON	188 978,655
2	2	ATLANTICA	COSTERO CARIBENO	RIO PACUARE	88 822,181


Figura 4. Resultado final de la capa de cuencas.

## 9. Tutorial para la creación de las capas de transporte de pasajeros (Rutas, paradas y terminales de buses)

### Recolección de datos

Para recolectar la información de las rutas y paradas de los buses, se utilizó el servicio de buses del cantón de Jiménez; este tiene 4 rutas separadas las cuales son operadas por distintas empresas de buses. Las rutas son las siguientes: Turrialba-Juan Viñas, Turrialba-Tucurrique, Turrialba-Pejibaye y Cartago-Tucurrique-El humo de Pejibaye.

Una vez en el bus, con GPS, se debe tomar un track con la ruta que el bus va realizando y se marcan las paradas establecidas que se encontraban sobre ruta.

Terminadas las rutas, se descargar los datos como un archivo gpx. Posteriormente en el programa QGIS, ir a la opción de añadir capa vectorial  y subir los archivos descargados.

En el momento de subir los archivos pregunta que tipos de datos son los que se quieren subir, al tratarse de una ruta (líneas) se selecciona “tracks” (Figura 1) y las paradas de buses (puntos) se selecciona “waypoints” (Figura 2). Después se selecciona “Aceptar” para visualizar las capas (Figura 3).

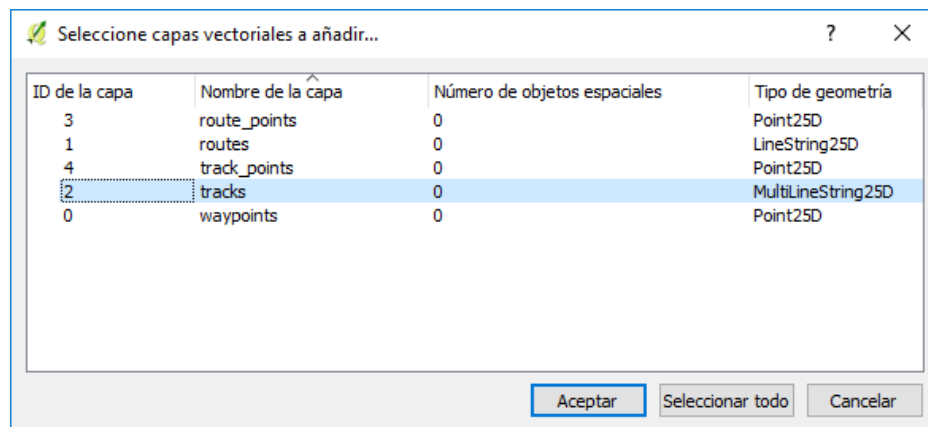


Figura 1. Seleccionar tipo de archivo para subir los tracks.

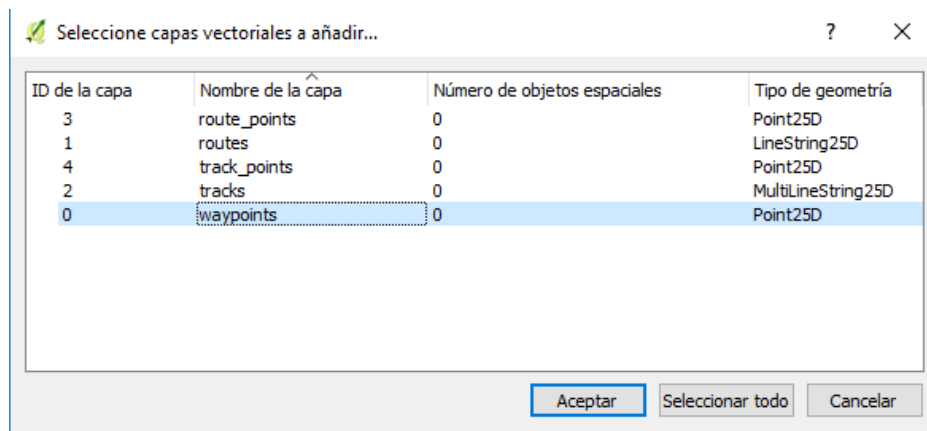


Figura 2. Seleccionar tipo de archivo para subir los puntos.

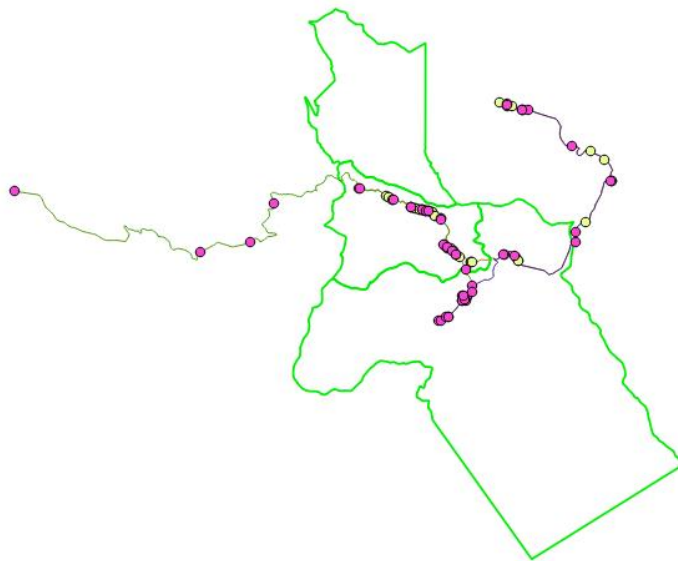


Figura 4. Visualización de las rutas y paradas de buses.

### Cambio de formato y sistema de proyección

Una vez con las capas en Qgis se debe ir al panel de capas/guardar como, para de esta forma guardar cada uno de los tracks y los puntos en formato shape y en sistema de proyección CRTM05 (Figura 5).

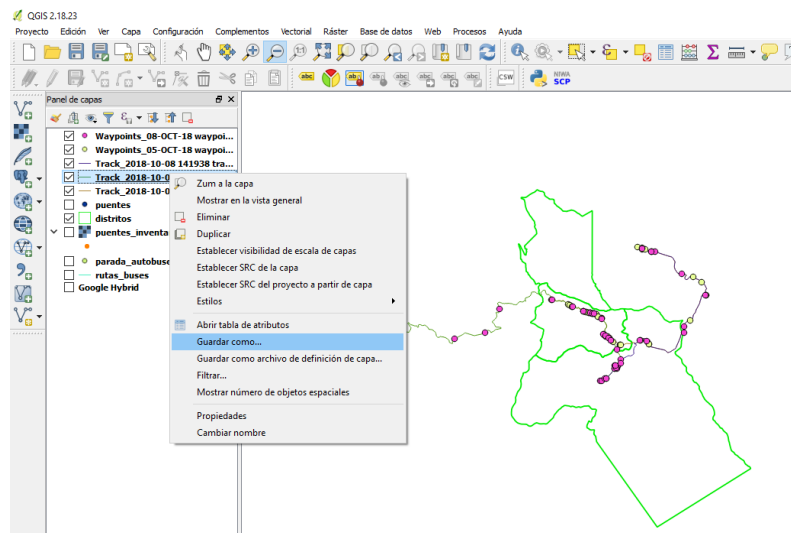


Figura 5. Guardar capas en formato y sistema de proyección correcto.

En la ventana emergente (Figura 6), se debe rellenar de la siguiente forma:

En la casilla “formato” se debe seleccionar “Archivo shape de ESRI”.

En “file name” se guardará con el nombre que se desea.

En “SRC” se selecciona CRTM05.

En tipo de geometría se debe seleccionar “point” cuando corresponde a puntos y “LineString” cuando corresponde a un track.

**Nota:** Se debe deseleccionar la casilla “Incluir dimensión Z”.

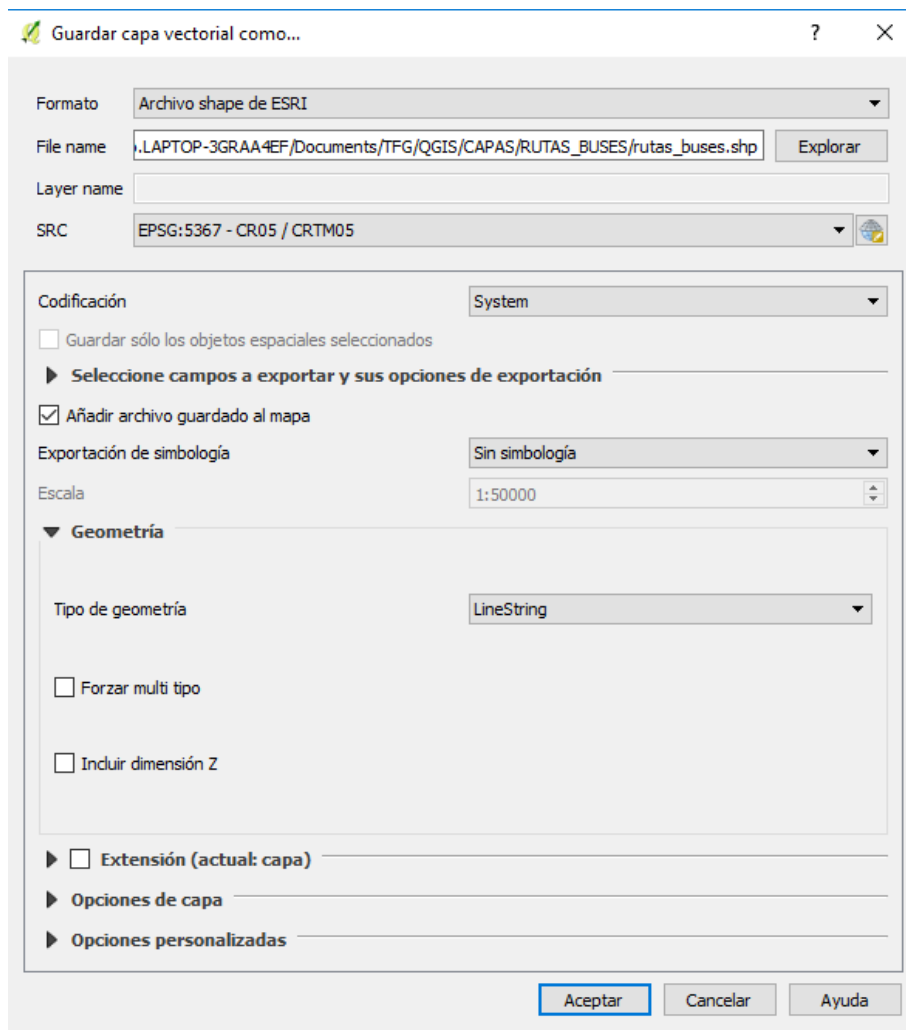


Figura 6. Ventana emergente para guardar con formato y sistema de proyección correcto.

### Unión de las capas de puntos y rutas

Para la unión de las distintas rutas y sus respectivas paradas en una sola capa para cada una, se debe crear una columna llamada “ID” con un mismo dato en todas las filas. Por lo tanto se debe ir al panel de capas/click derecho/abrir tabla de atributos como se muestra en la Figura 7.

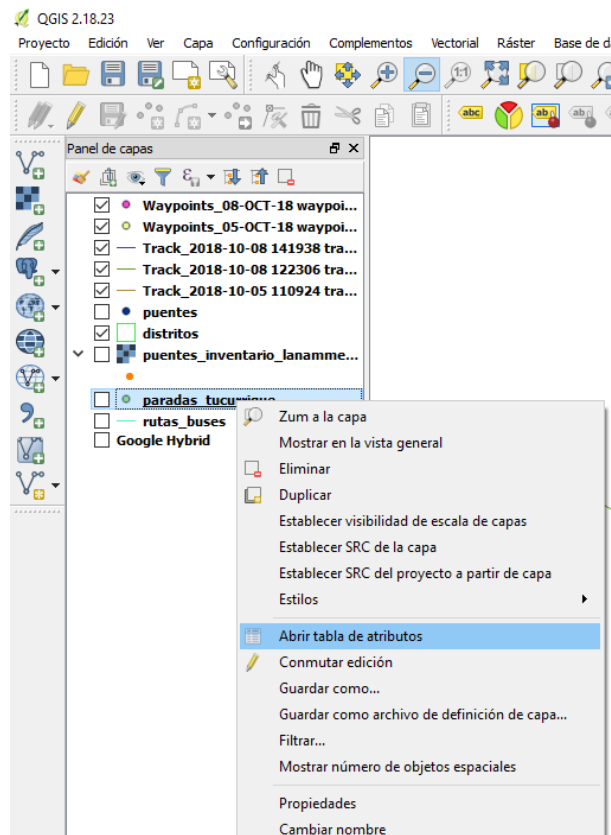



Figura 7. Abrir tabla de atributos.

Una vez en la tabla de atributos ir a la calculadora de campos en el ícono  y rellenar la ventana emergente como se muestra a continuación.

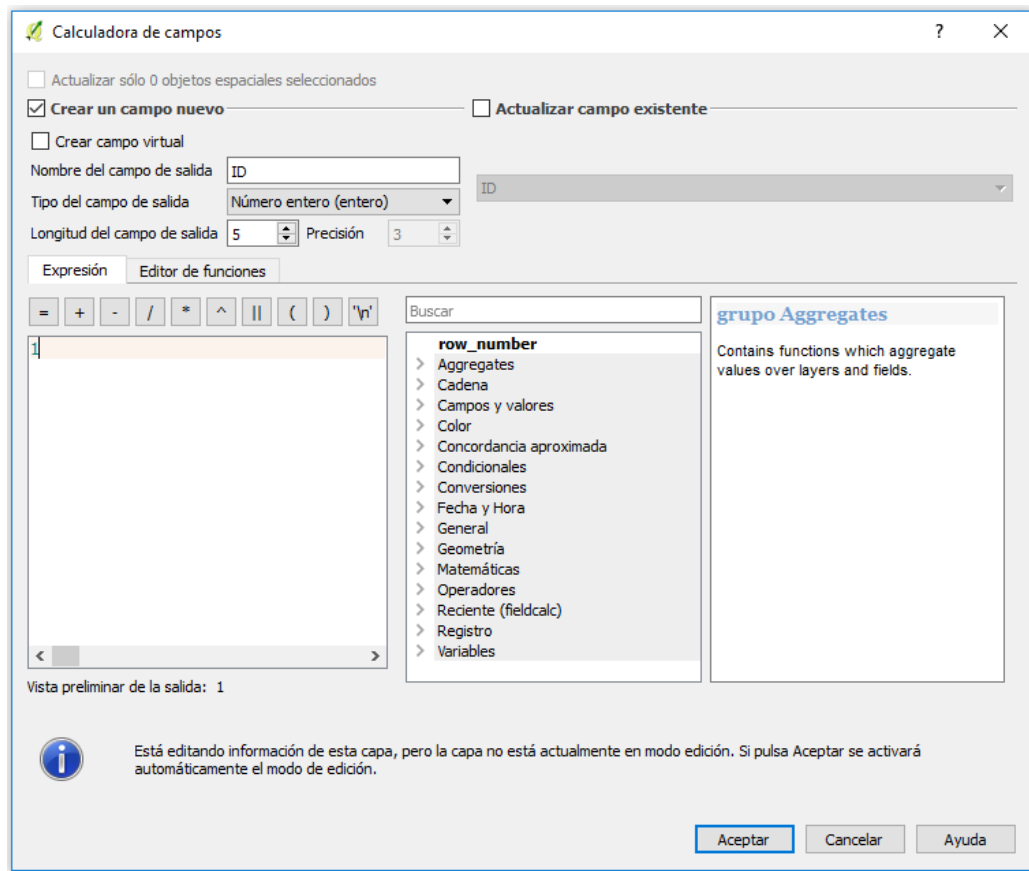


Figura 8. Datos a rellenar en la calculadora de campos.

Seguidamente, cuando todas las capas de rutas y paradas presenten esta columna llamada "ID" se deben ir combinando de dos en dos, hasta obtener una capa con la totalidad de datos. Para realizar este proceso se debe ir a la caja de herramientas y buscar "combinar capas vectoriales" como se muestra en la Figura 9.

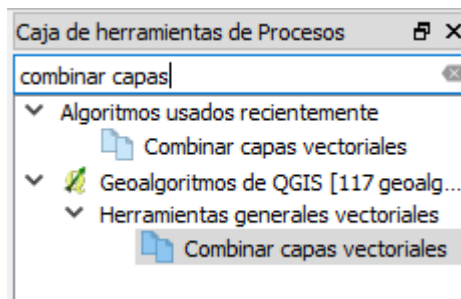


Figura 9. Herramienta para combinar capas vectoriales.



Se debe abrir la herramienta y seleccionar dos capas a combinar (Figura 10) y así sucesivamente, hasta obtener la capa con la totalidad de datos.

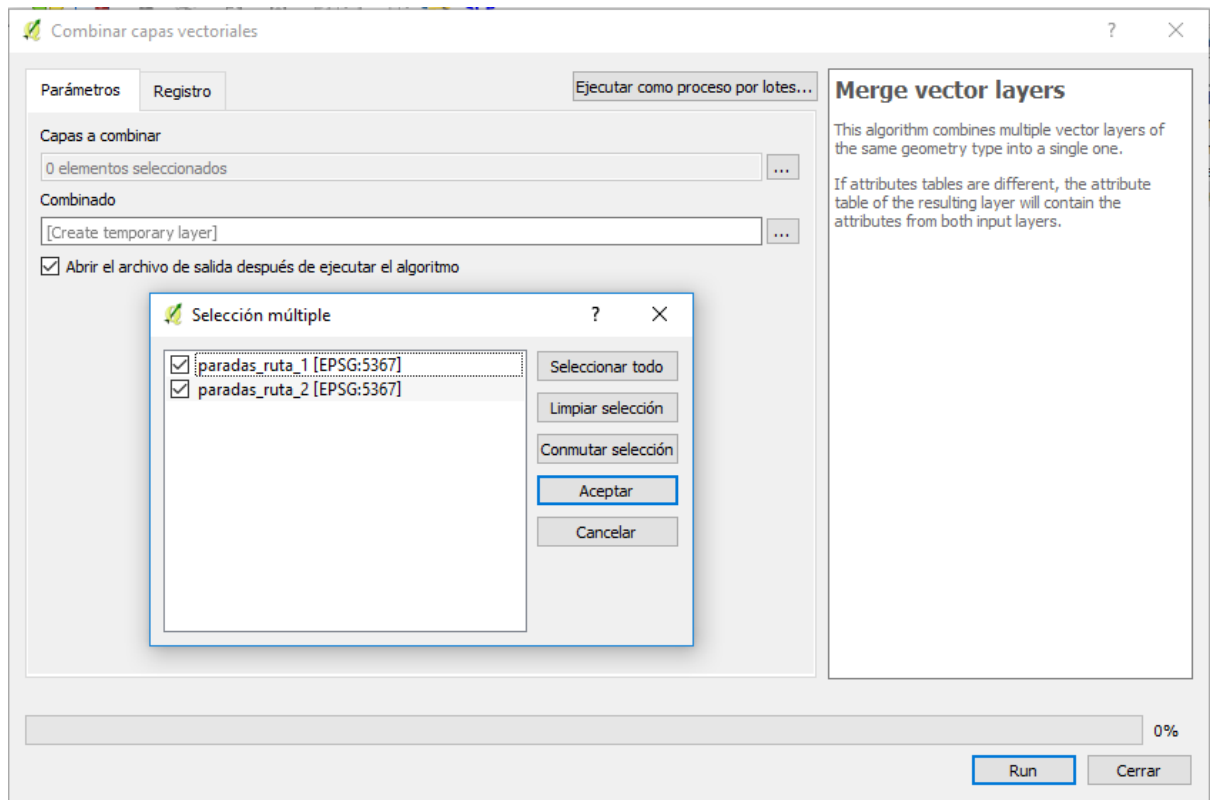


Figura 10. Herramienta para combinar capas vectoriales.

### Agregar columnas con información extra a las capas

Después de realizado el proceso anterior, se deben crear unas columnas nuevas en la tabla de atributos y la calculadora para las capas de las paradas de bus y terminales, las cuales son:

**ID:** que se refiere a poner un número consecutivo a los objetos en la tabla de atributos.

**RUTA:** corresponde al sentido donde se encuentra la parada del bus. Por ejemplo: Turrialba-Juan Viñas.

**COD\_CANT:** corresponde al código establecido para el cantón de Turrialba que corresponde a 305 (únicamente para la capa de terminales).

**COD\_DIST:** corresponde al código establecido para el distrito de Turrialba que corresponde a 30501 (únicamente para la capa de terminales).

**COORD\_X:** son las coordenadas X de las paradas de buses y terminales.

**COORD\_Y:** son las coordenadas Y de las paradas de buses y terminales.

El resultado final de la capas se observa en las Figuras 11 y 12.

	ID	RUTA	COORD_X	COORD_Y
1	1	Turrialba-Juan Viñas	525 784,864	1 093 937,265
2	2	Turrialba-Juan Viñas	525 885,600	1 093 897,179
3	3	Turrialba-Juan Viñas	526 676,203	1 093 882,773
4	4	Turrialba-Juan Viñas	527 281,778	1 093 942,435
5	5	Turrialba-Juan Viñas	527 485,175	1 094 040,089
6	6	Turrialba-Juan Viñas	527 481,763	1 094 023,070

Figura 11. Resultado final de la tabla de atributos de la capa de paradas de buses.

	ID	NOMBRE	COD_CANT	COD_DIST	COORD_X	COORD_Y
1	2	Terminal Transtusa Turrialba-San José	305	30 501	534 284,534	1 095 182,595
2	1	Terminal Turrialba- Juan Viñas	305	30 501	534 663,991	1 095 197,991
3	4	Terminal Turrialba- Pejibaye	305	30 501	534 282,442	1 095 176,637
4	3	Terminal Turrialba- Tucurrique	305	30 501	534 286,328	1 095 187,361

Figura 12. Resultado final de la tabla de atributos de la capa de terminales de buses.

Mientras que para las capas de las rutas se crearán los campos de:

**ID:** que se refiere a poner un número consecutivo a los objetos en la tabla de atributos.

**NOMBRE:** corresponde al sentido donde se encuentra la parada del bus. Por ejemplo: Turrialba-Juan Viñas.

**LONG\_KM:** Corresponde a la longitud de la ruta en kilómetros.

El resultado final se muestra en la Figura 13.

	ID	NOMBRE	DIST_KM
1	1	Juan Viñas-Turrialba	13,205
2	4	Turrialba-Pejibaye	23,662
3	3	Cartago-Tucurrique	42,035
4	2	Turrialba-Tucurrique	29,414


Figura 13. Resultado final de la tabla de atributos de la capa de rutas de buses.

El proceso para agregar las columnas y reacomodarlas es el mismo utilizado en los tutoriales anteriores.

## 10. Tutorial para la creación de la capa de puentes

El primer paso es ir al sitio web de SNIT (<http://www.snitcr.go.cr/>), dirigirse a la casilla “Servicios OCG”, ir a los servicios de nodos externos y buscar los datos de LANAMME PITRA. Dentro de estos datos se encuentra una capa llamada “puentes\_inventario\_lanammeucr”. Se utilizan estos datos debido a que la Municipalidad de Jiménez no posee información disponible.

Una vez dentro de la información de nodos de LANAMME PITRA se debe copiar el link llamado “WMS URL” (<http://geoserver.lanamme.ucr.ac.cr/geoserver/PITRA/wms?>).

Posteriormente se debe abrir Qgis e ir al ícono “Añadir capa WMS/WMTS” . Una vez que se sube la capa la capa, en la ventana emergente se debe ir la casilla llamada “Nuevo” como se muestra en la Figura 1.

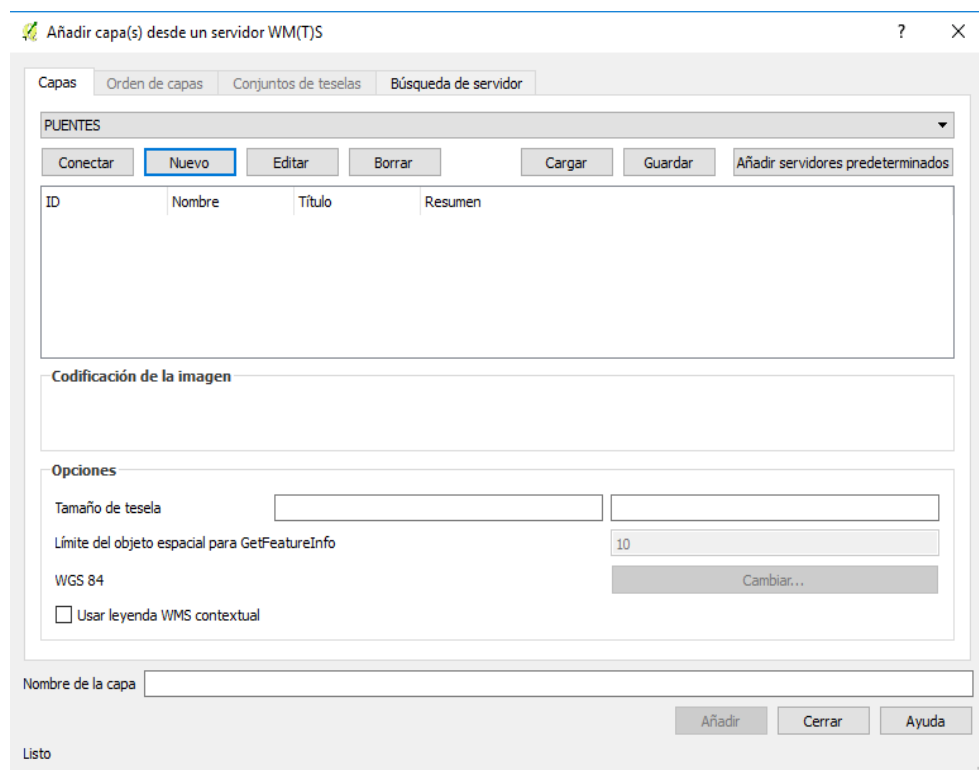


Figura 1. Ventana emergente para subir una capa WMS.

Seguidamente se muestra otra ventana (Figura 2) en donde se debe pegar el link en la casilla “URL”, asignar un nombre y dar “Aceptar”.

Crear una nueva conexión WMS

**Detalles de la conexión**

Nombre: PUENTES

URL: http://geoserver.lanamme.ucr.ac.cr/geoserver/PITRA/wms?

Autenticación | Configuraciones

Si el servicio requiere una autenticación básica, introduzca un nombre de usuario y contraseña opcional

Nombre de usuario:

Contraseña:

Referente:

Modo DPI: todo

Versión

- ☐ Ignorar URI GetMap/GetTile informada en las capacidades
- ☐ Ignorar la URI GetFeatureInfo informada en las capacidades
- ☐ Ignorar orientación de los ejes WMS 1.3/WMTS)
- ☐ Invertir orientación de los ejes
- ☐ Transformación de mapa de píxeles suave

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 2. Ventana para subir el link con los datos.

En la misma ventana de la Figura 1, ir a la casilla “Conectar” y aparece la información de las capas disponibles como se observa en la Figura 3. Se selecciona la capa a utilizar y se da click en “Añadir”.

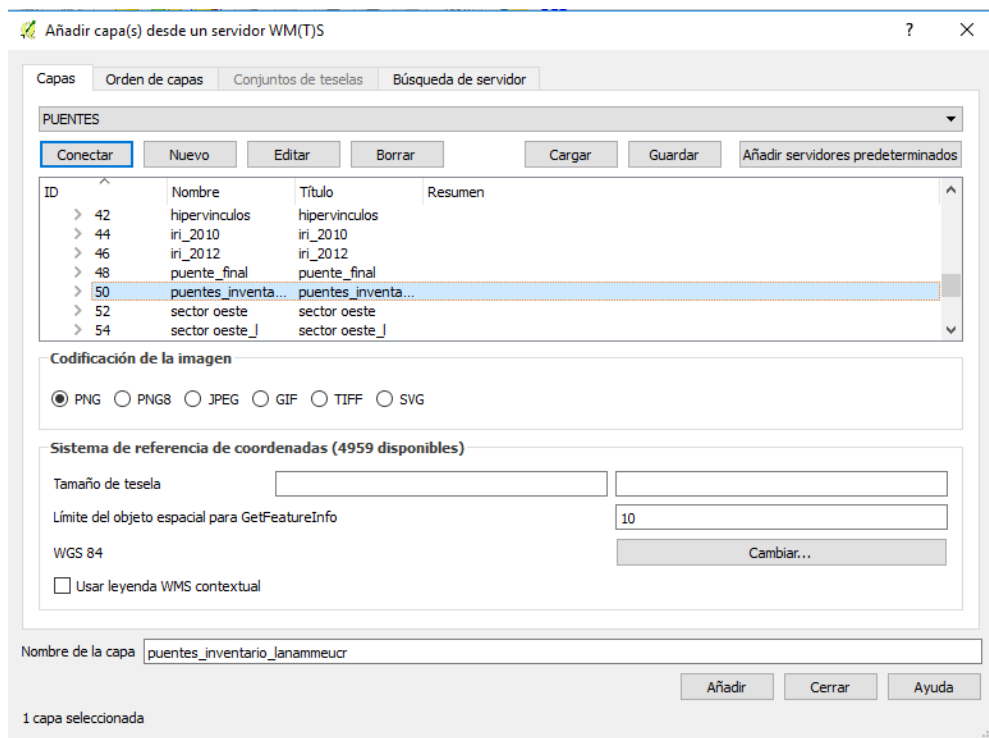



Figura 3. Forma de añadir la capa de los puentes.

Una vez subida la capa se observa como en la Figura 4.



Figura 4. Visualización de la capa de puentes.

Seguidamente se debe subir la capa del cantón en el ícono  para de esta forma visualizar cuáles puentes se encuentran dentro de cada distrito.

Se debe crear una nueva capa vectorial de puntos, por lo tanto se debe ir a capa/crear capa/nueva capa de archivo shape y se debe rellenar la ventana emergente como se muestra en la Figura 5 y se guarda con el nombre que se desea.

**Nueva capa de archivo shape**

**Tipo**

☒ Punto ☐ Línea ☐ Polígono

Codificación de archivo: System

EPSG:5367 - CR05 / CRTM05

**Nuevo campo**

Nombre:



Tipo: Número entero

Longitud: 5 Precisión:

**Lista de campos**

Nombre	Tipo	Longitud	Precisión
ID	Integer	5	

Figura 5. Ventana emergente para crear una capa de puntos.

Con la capa de puntos ya creada, ir al icono “Conmutar edición”  y al icono “Añadir objeto espacial” . Se deben visualizar los puentes dentro del cantón y agregar cada uno como se muestra en la Figura 6.



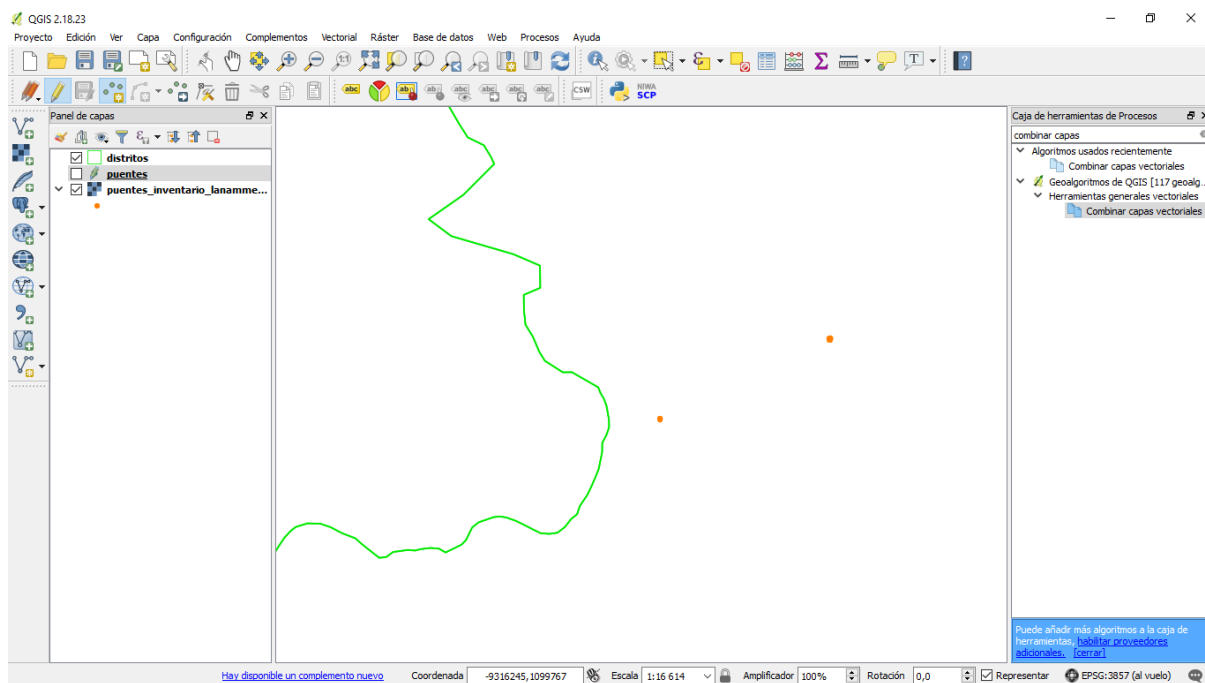


Figura 6. Forma de agregar los puentes en la capa.

Al agregar todos los puentes dentro del cantón, se deben crear una serie de columnas dentro de la tabla de atributos por medio de la calculadora de campos como se ha mostrado en los tutoriales anteriores. Además, se debe utilizar la herramienta “Rehacer campos” si en necesario.

**ID:** que se refiere a poner un número consecutivo a los objetos en la tabla de atributos.

**COD\_CANT:** corresponde al código 304 asignado para el cantón de Jiménez.

**COD\_DIST:** corresponde a los códigos 30401 para Juan Viñas, 30402 para Tucurrique y 30403 para Pejibaye.

**COORD\_X:** son las coordenadas X de cada puente.

**COORD\_Y:** son las coordenadas Y de cada puente.

El resultado final de la capa se muestra en la Figura 7.

	ID	COD_CANT	COD_DIST	COORD_X	COORD_Y
1	1	304	30 401	527 416,991	1 094 446,392
2	2	304	30 401	527 591,644	1 094 031,288
3	3	304	30 401	527 795,573	1 093 756,563
4	4	304	30 401	527 868,522	1 093 662,943
5	5	304	30 401	528 176,488	1 093 684,348
6	6	304	30 401	528 944,052	1 094 846,753

Figura 7. Resultado final de la tabla de atributos de la capa de puentes.

## 11. Tutorial para la creación de la capa de ríos

Se requiere la capa llamada “rios150000crtm05” que se encuentra dentro del Atlas Digital de Costa Rica 2014 y la capa del cantón de Jiménez.

Se debe ir a vectorial/herramientas de geoprocso/ buffer (Figura 1) para generar un buffer alrededor del cantón para que de esta forma los ríos que se encuentran como límites estén dentro del cantón de Jiménez. Se debe rellenar la ventana emergente como se muestra en la Figura 2. El resultado de este proceso se muestra en la Figura 3.

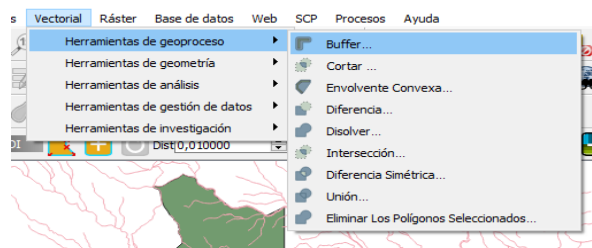


Figura 1. Herramienta de buffer del menú Vectorial de Qgis.

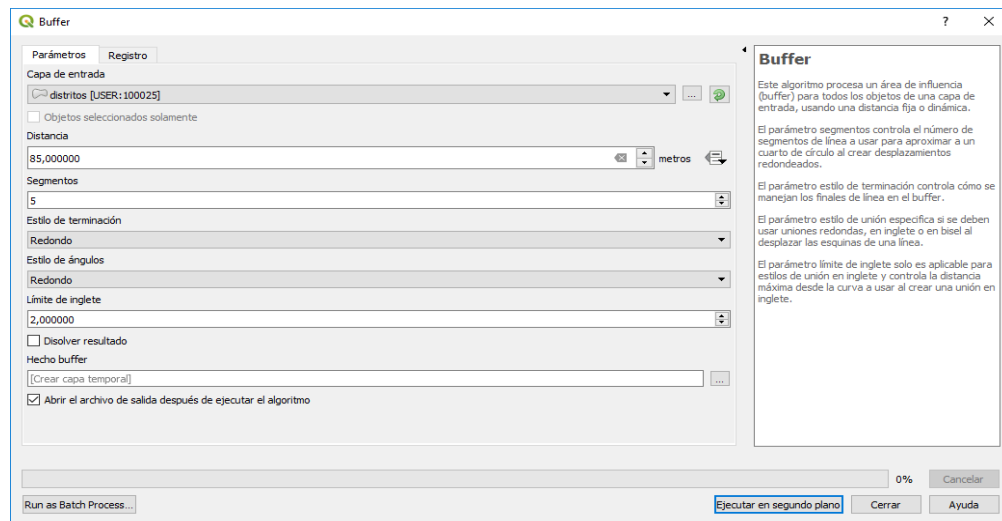


Figura 2. Ventana emergente para el cálculo del buffer alrededor del cantón de Jiménez.

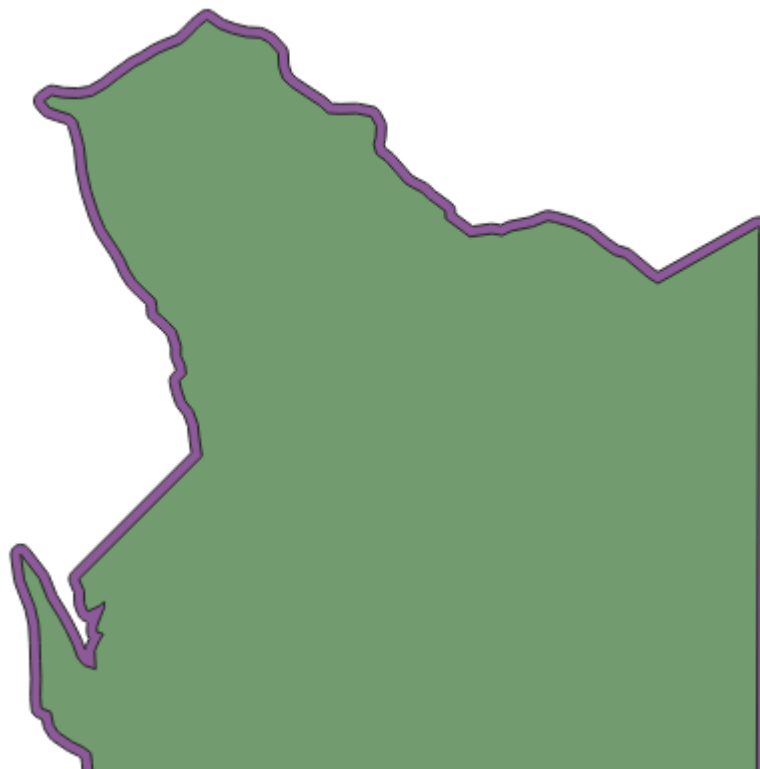


Figura 3. Resultado final del buffer.

Una vez que se haya realizado el buffer se debe recortar los distritos con el buffer incluido con la capa de ríos llamada “ríos150000crtm05”. Ir a vectorial/herramientas de geoproceso/cortar como se muestra en la Figura 4.

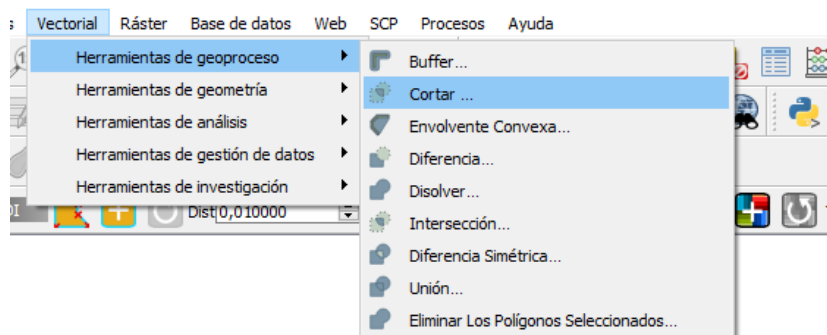


Figura 4. Herramienta cortar del menú Vectorial de Qgis.

En la ventana emergente se debe rellenar como se muestra en la Figura 5 y el resultado final se encuentra en la Figura 6.

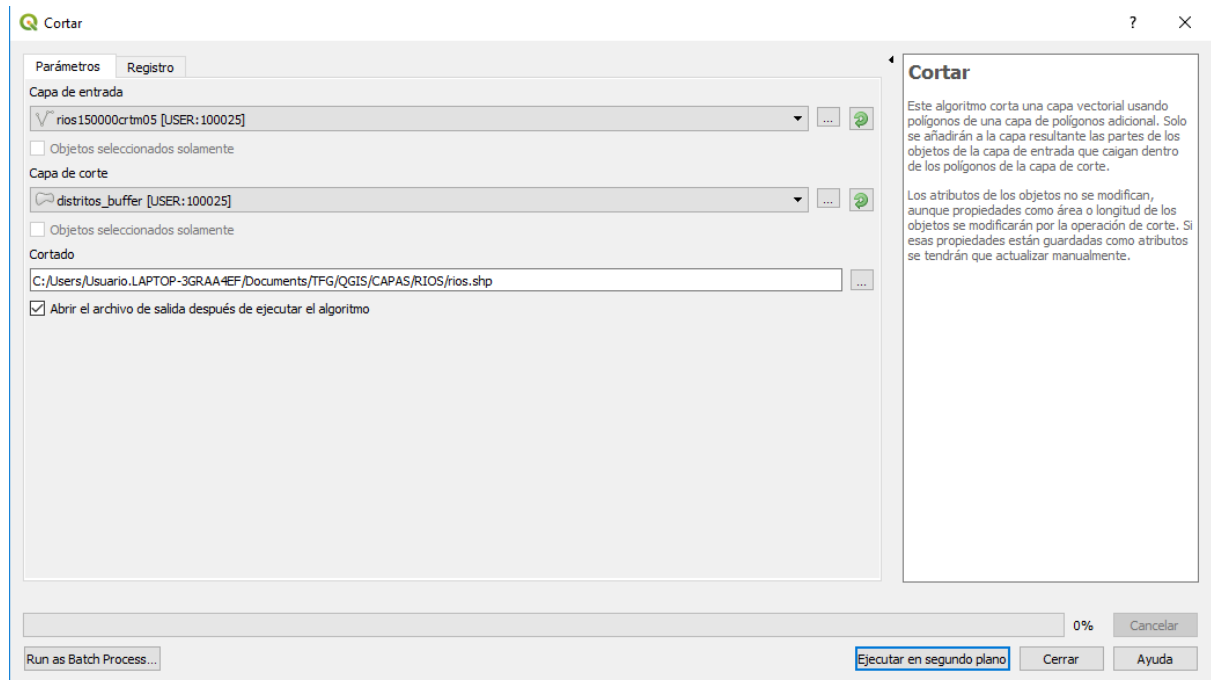


Figura 5. Ventana emergente para cortar los ríos con el cantón de Jiménez.



Figura 6. Resultado final del corte de la capa de ríos.

Al contar con la capa de ríos dentro del cantón, se deben crear una serie de columnas dentro de la tabla de atributos por medio de la calculadora de campos.

**ID:** que se refiere a poner un número consecutivo a los objetos en la tabla de atributos.

**COD\_CANT:** corresponde al código 304 asignado para el cantón de Jiménez.

**COD\_DIST:** corresponde a los códigos 30401 para Juan Viñas, 30402 para Tucurrique y 30403 para Pejibaye.

**DIST\_KM:** corresponde a la distancia en km de cada una de los ríos o quebradas.

Se deben acomodar las columnas con la herramienta disponible en la caja de herramientas “Rehacer campos” como se ha realizado en los tutoriales anteriores para obtener un resultado final como se muestra en la Figura 7.

	^ ID	NOMBRE	CATEGORIA	COD_CANT	COD_DIST
1	1	SIN NOMBRE	PERMANENTE	304	30 402
2	2	QUEBRADA TUBO	PERMANENTE	304	30 402
3	3	QUEBRADA HONDA	PERMANENTE	304	30 402
4	4	SIN NOMBRE	PERMANENTE	304	30 402
5	5	QUEBRADA ZAPOTE	PERMANENTE	304	30 402
6	6	SIN NOMBRE	PERMANENTE	304	30 402
7	7	QUEBRADA HONDA	PERMANENTE	304	30 402
8	8	SIN NOMBRE	PERMANENTE	304	30 402

Figura 7. Resultado final de la tabla de atributos de la capa de ríos.

## Anexo 5. Secciones de metadatos de las capas generadas.

Eje	Tema	Variable	Nombre de la capa	Título*	Título alternativo*	Fecha*	Tipo de fecha*	Edición
	Estructura y morfología urbana	Distritos	distritos.shp	Distritos del cantón de Alvarado, Cartago, Costa Rica	distritos_alvarado	Desconocida	Creación	Cuarta edición
		Áreas urbanas	areas_urbanas.shp	Áreas urbanas del cantón de Jiménez, Cartago, Costa Rica	areas_urbanas_jimenez	1/10/2018	Creación	Primera edición
		Cabeceras	cabecera.shp	Cabecera del cantón de Jiménez, Cartago, Costa Rica	cabecera_jimenez	Desconocida	Creación	Cuarta edición
		Barrios	barrios.shp	Barrios del cantón de Jiménez, Cartago, Costa Rica	barrios_jimenez		Creación	Primera edición
Identificación								
Distribución		Representación espacial		Sistema de referencia		Calidad del dato ...		

Figura 1. Sección de los metadatos correspondiente a la parte de identificación.

Eje	Tema	Variable	Nombre de la capa	Nombre*	Descripción
	Estructura y morfología urbana	Distritos	distritos.shp	distritos	Esta capa muestra los distritos de Juan Viñas, Tucurrique y Pejibaye, pertenecientes al cantón de Jiménez.
		Áreas urbanas	areas_urbanas.shp	areas urbanas	Representa las áreas urbanas del cantón de Jiménez que se encuentran únicamente en el distritos de Juan Viñas.
		Cabeceras	cabecera.shp	cabecera	Muestra la cabecera del cantón de Jimenez que corresponde a Juan Viñas.
		Barrios	barrios.shp	barrios	Representa los barrios con sus límites dentro del cantón de Jiménez.
					Representa la

◀▶

Identificación

Distribución

Representación espacial

Sistema de referencia

Calidad del dato ...

⊕⋮◀▶

Figura 2. Sección de los metadatos correspondiente a la parte de distribución.



Eje	Tema	Variable	Nombre de la capa	Nivel de topología*	Tipo de objeto geométrico*	Número de objetos geométricos
Físico espacial	Vialidad y movilidad	Puentes	puentes.shp	Gráfica planar completo	Puntos	16
		Paradas de buses	paradas_buses.shp	Gráfica planar completo	Puntos	116
		Terminales de buses	terminales_buses.shp	Gráfica planar completo	Puntos	4
		Rutas de buses	rutas_buses.shp	Gráfica planar completo	Líneas	4
	Facilidades comunales	Centros educativos públicos y privados	centros_educativos.shp	Gráfica planar completo	Puntos	19
		Centros de salud públicos y privados	centros_salud.shp	Gráfica planar completo	Puntos	7
		Centros culturales	centros_culturales.shp	Gráfica planar completo	Puntos	23
		Centros de atención primaria	centros_atencion.shp	Gráfica planar completo	Puntos	6
	Áreas Verdes	Parques y plazas	parques_plazas.shp	Gráfica planar completo	Puntos	14
	Patrimonio Arquitectónico e Intangible	Sectores urbanos, edificaciones o prácticas de interés patrimonial	edificaciones_patrimonio_arq.shp	Gráfica planar completo	Puntos	3

Figura 3. Sección de los metadatos correspondiente a la parte de representación espacial.

Eje	Tema	Variable	Nombre de la capa	Título*	Código*
	Estructura y morfología urbana	Distritos	distritos.shp	Proyección Transversal de Mercator para Costa Rica (CRTM05)	CRTM05, EPSG: 5367
		Áreas urbanas	areas_urbanas.shp	Proyección Transversal de Mercator para Costa Rica (CRTM05)	CRTM05, EPSG: 5367
		Cabeceras	cabecera.shp	Proyección Transversal de Mercator para Costa Rica (CRTM05)	CRTM05, EPSG: 5367
		Barrios	barrios.shp	Proyección Transversal de Mercator para Costa Rica (CRTM05)	CRTM05, EPSG: 5367

Figura 4. Sección de los metadatos correspondiente a la parte de sistema de referencia.

Eje	Tema	Variable	Nombre de la capa	Nivel de Jerarquía*	Linaje*
	Estructura y morfología urbana	Distritos	distritos.shp	Clase de objeto	Los datos provienen del Atlas Digital de Costa Rica 2014 mediante un recorte con el cantón de Jiménez.
		Áreas urbanas	areas_urbanas.shp	Conjunto de datos	
		Cabeceras	cabecera.shp	Clase de objeto	Los datos provienen del Atlas Digital de Costa Rica 2014 mediante un recorte con el cantón de Jiménez.
		Barrios	barrios.shp	Clase de objeto	Los datos provienen de la capa del uso del suelo por medio de una segmentación de esta capa.
		Poblados	poblados.shp	Clase de objeto	Los datos provienen de fotointerpretación por medio de imágenes satelitales y google maps para la ubicación de cada uno de los poblados.
	Vialidad y movilidad	Red vial nacional	red_vial_nacional.shp	Tipo de atributo	Los datos provienen de una digitalización de datos del CONAVI de las distintas rutas nacionales que se encuentran en Turrialba y alrededores.
		Red vial cantonal	red_vial_cantonal.shp	Tipo de atributo	Los datos son brindados por el departamento de caminos de la Municipalidad de Jiménez.
					Los datos provienen de la capa

Figura 5. Sección de los metadatos correspondiente a la parte de calidad del dato.

Eje	Tema	Variable	Nombre de la capa	Identificador de archivo de metadatos*	Lenguaje del metadato*
Físico espacial	Vialidad y movilidad	Puentes	puentes.shp	CR_MJ_PUENTES_VE	Español
		Paradas de buses	paradas_buses.shp	CR_MJ_PARADAS_BUSES_VE	Español
		Terminales de buses	terminales_buses.shp	CR_MJ_TERMINALES_BUSES_VE	Español

Figura 6. Sección de los metadatos correspondiente a la parte de metadato.

Eje	Tema	Variable	Nombre de la capa	Nombre del archivo*	Tipo de archivo
	Estructura y morfología urbana	Distritos	distritos.shp	<a href="https://drive.google.com/file/d/15OkjNmAqXvdua_n0HZB0P4t303Pj9HC2M/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/15OkjNmAqXvdua_n0HZB0P4t303Pj9HC2M/view?usp=sharing</a>	PNG
		Áreas urbanas	areas_urbanas.shp	<a href="https://drive.google.com/file/d/1n5x8LP7trHKly7F6Q7ZQUIF5qI9BGAXr/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/1n5x8LP7trHKly7F6Q7ZQUIF5qI9BGAXr/view?usp=sharing</a>	PNG
		Cabeceras	cabecera.shp	<a href="https://drive.google.com/file/d/1wFfs8-YOFXUISdUz0rwR7-V8WAK8LE2/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/1wFfs8-YOFXUISdUz0rwR7-V8WAK8LE2/view?usp=sharing</a>	PNG
		Barrios	barrios.shp		PNG
		Poblados	poblados.shp	<a href="https://drive.google.com/file/d/1zE94e1KB_Zjt6XS_oLrV8pa8Rw84Cl6qA/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/1zE94e1KB_Zjt6XS_oLrV8pa8Rw84Cl6qA/view?usp=sharing</a>	PNG
		Red vial nacional	red_vial_nacional.shp	<a href="https://drive.google.com/file/d/14CjDhmlZInyNEc2CqRg3jjwgjXL6ix6u/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/14CjDhmlZInyNEc2CqRg3jjwgjXL6ix6u/view?usp=sharing</a>	PNG
				<a href="https://drive.google.com/file/d/14CjDhmlZInyNEc2CqRg3jjwgjXL6ix6u/view?usp=sharing">https://drive.google.com/file/d/14CjDhmlZInyNEc2CqRg3jjwgjXL6ix6u/view?usp=sharing</a>	

Figura 7. Sección de los metadatos correspondiente a la parte de resumen y gráfico.

**Anexo 6.** Fotos de la capacitación a los funcionarios de la Municipalidad de Jiménez.

**Asistencia a Reuniones**

Lugar: Municipalidad de Alvarado  
Fecha: 31-10-18  
Hora de inicio: 8:30am Hora de finalización: 3:00pm  
Descripción: Capacitación en generación y manipulación de información geográfica para planes reguladores.

Nombre completo	N° identificación	Institución	Correo
Esteban Montenegro Hernández	304850066	ITCR	ejmh2595@hotmail.com
Maria Alejandra Tringades Mora	304930330	ITCR	maralep336@gmail.com
Marcela Dávila Jiménez	603880911	Municipalidad Alvarado	odavila@municipalvarado.go.cr
Alfreda García Seseleva	3-422-929	Municipalidad de Jiménez	dccv@muni.jimenez.go.cr
Florencia Pérez Martínez	3-452-557	Municipalidad de Jiménez	gestionambiental@muni.jimenez.go.cr
Rosario Chacón Mora	3-423-236	Municipalidad de Alvarado	rchacone@municipalvarado.go.cr
Ridier Obando Seseleva	3-324-028	"	robando@municipalvarado.go.cr

Figura 1. Lista de asistencia a la capacitación realiza en la Municipalidad de Alvarado, Cartago, Costa Rica.



Figura 2. Explicación del proyecto realizado a los encargados de cada municipalidad.



Figura 3. Ejecución de laboratorios en la Municipalidad de Alvarado.

**Anexo 7.** Laboratorios utilizados en la capacitación a los funcionarios de la Municipalidad de Jiménez y Alvarado.

### **Laboratorio 1. Herramientas de geoprocreso, reacomodo de columnas y filtros avanzados.**

Objetivo General: Conocer y aplicar el uso de las herramientas de geoprocreso y los filtros avanzados.

#### **Herramientas de geoprocreso**

Para este laboratorio se entregan capas de información y se indican los geoprocresos que se deben realizar para llegar a un producto final. Debe llenar los cuadros con la descripción del resultado en la tabla de atributos y el resultado cartográfico. Las operaciones de geoprocresamiento pueden modificar la tabla de atributos, el resultado cartográfico o ambos. En QGIS 3.2 las herramientas básicas de geoprocresamiento se encuentran en el menú principal – Vectorial – Herramientas de geoprocresamiento. Estas herramientas son: Buffer, Cortar, Envolverte convexa, Diferencia, Disolver, Intersección, Diferencia simétrica, Unión y Eliminar polígonos seleccionados (Figura 1).

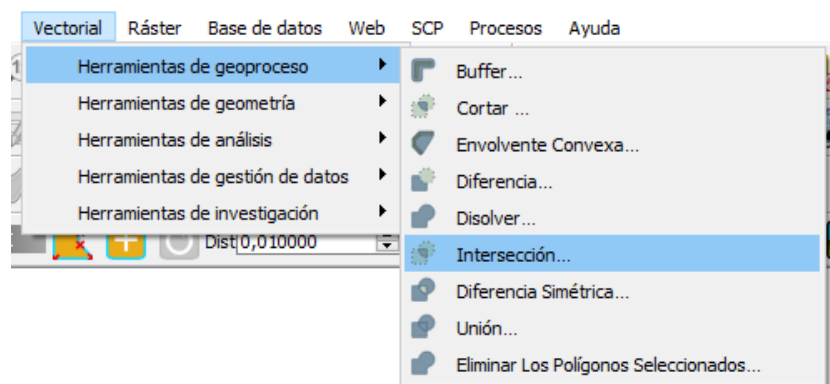


Figura 1. Herramientas de Geoprocresamiento del menú Vectorial de Qgis.

A continuación se explican algunas de las herramientas de geoprocésamiento:

## 1. Buffer

Esta herramienta genera una zona de influencia alrededor del tema seleccionado. El tema de entrada puede ser de puntos, líneas o polígonos; el tema de salida siempre es de polígonos. Esta herramienta se encuentra en el menú Vectorial/Herramientas de geoprocésamiento/Buffer. Se realiza este proceso para de esta forma asegurar que los límites correspondientes a ríos se encuentren dentro del cantón Jiménez o Alvarado de forma completa.

Para realizar este proceso utilice la herramienta Buffer. En la capa de entrada seleccione la capa distritos.shp, en distancia seleccione 85 y en la capa de salida (hecho buffer) guarde el archivo como “distritos\_buffer.shp” (Figura 2).

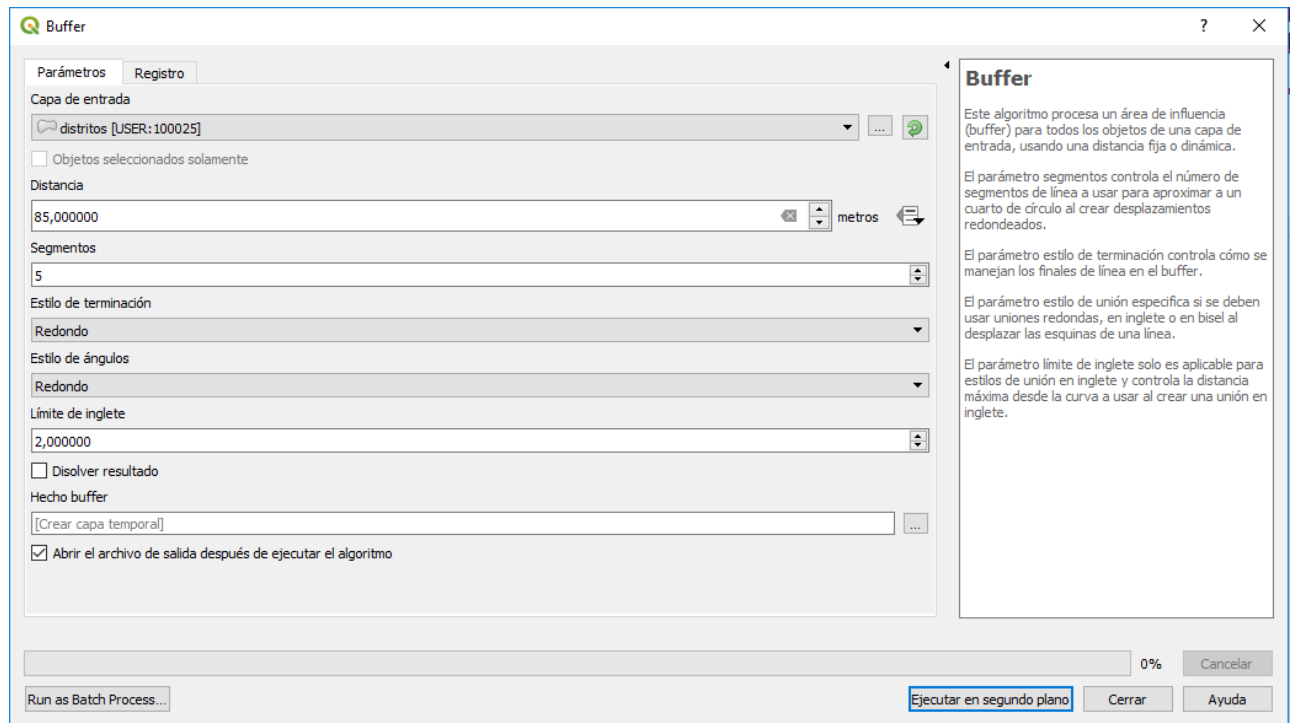




Figura 2. Ventana de la herramienta buffer para el cantón en Qgis.

Cuadro 1. Comparación de resultados de las capas antes y después del proceso de buffer para el cantón.

Operación buffer	Tabla de atributos	Cartográfico																				
Entrada: distritos.shp	<table><tr><th></th><th>ID</th><th>PROVINCIA</th><th>N_CANTON</th><th>N_DISTRITO</th></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>Cartago</td><td>Jiménez</td><td>Juan Viñas</td></tr><tr><td>2</td><td>1</td><td>Cartago</td><td>Jiménez</td><td>Tucurrique</td></tr><tr><td>3</td><td>3</td><td>Cartago</td><td>Jiménez</td><td>Pejibaye</td></tr></table>		ID	PROVINCIA	N_CANTON	N_DISTRITO	1	2	Cartago	Jiménez	Juan Viñas	2	1	Cartago	Jiménez	Tucurrique	3	3	Cartago	Jiménez	Pejibaye	
	ID	PROVINCIA	N_CANTON	N_DISTRITO																		
1	2	Cartago	Jiménez	Juan Viñas																		
2	1	Cartago	Jiménez	Tucurrique																		
3	3	Cartago	Jiménez	Pejibaye																		
Salida: distritos_buffer.shp	<table><tr><th></th><th>ID</th><th>PROVINCIA</th><th>N_CANTON</th><th>N_DISTRITO</th></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>Cartago</td><td>Jiménez</td><td>Tucurrique</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>Cartago</td><td>Jiménez</td><td>Pejibaye</td></tr><tr><td>3</td><td>2</td><td>Cartago</td><td>Jiménez</td><td>Juan Viñas</td></tr></table>		ID	PROVINCIA	N_CANTON	N_DISTRITO	1	1	Cartago	Jiménez	Tucurrique	2	3	Cartago	Jiménez	Pejibaye	3	2	Cartago	Jiménez	Juan Viñas	
	ID	PROVINCIA	N_CANTON	N_DISTRITO																		
1	1	Cartago	Jiménez	Tucurrique																		
2	3	Cartago	Jiménez	Pejibaye																		
3	2	Cartago	Jiménez	Juan Viñas																		



Explique el resultado		
-----------------------	--	--

## 2. Cortar

Se quiere conocer la red hídrica del cantón de Jiménez y de Alvarado, y sus respectivos usos. Para ello es necesario cortar la capa de “rios150000crtm05” que se encuentra dentro del Atlas Digital de Costa Rica 2014 con el cantón de Jiménez o Alvarado.

Para realizar este proceso utilice la herramienta cortar, en la capa vectorial de entrada seleccione la capa rios150000crtm05.shp, en la capa de corte seleccione distritos\_buffer.shp, guarde el archivo como rios.shp (Figura 3).

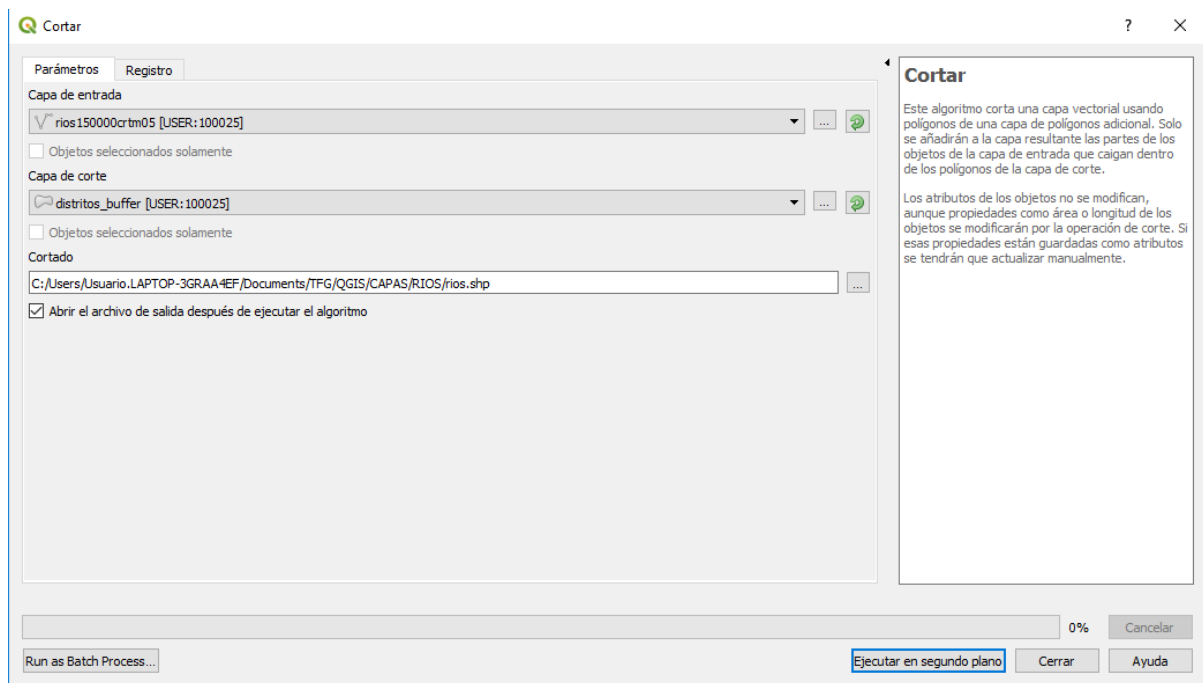


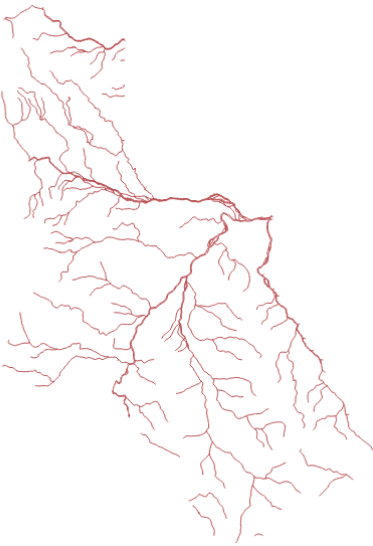


Figura 3. Ventana de geoprocso cortar en Qgis.

Cuadro 2. Comparación de resultados de las capas antes y después del proceso de corte.

Operación buffer	Tabla de atributos	Cartográfico																														
Entrada: rios150000crtm05.shp	<table><thead><tr><th></th><th>NOMBRE</th><th>CATEGORIA</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>QUEBRADA NICUESTA</td><td>PERMANENTE</td></tr><tr><td>2</td><td>QUEBRADA RANCHO</td><td>PERMANENTE</td></tr><tr><td>3</td><td>QUEBRADA GAMBA</td><td>PERMANENTE</td></tr><tr><td>4</td><td>RIO SORPRESA</td><td>PERMANENTE</td></tr><tr><td>5</td><td>SIN NOMBRE</td><td>PERMANENTE</td></tr><tr><td>6</td><td>SIN NOMBRE</td><td>PERMANENTE</td></tr><tr><td>7</td><td>SIN NOMBRE</td><td>PERMANENTE</td></tr><tr><td>8</td><td>SIN NOMBRE</td><td>PERMANENTE</td></tr><tr><td>9</td><td>SIN NOMBRE</td><td>PERMANENTE</td></tr></tbody></table>		NOMBRE	CATEGORIA	1	QUEBRADA NICUESTA	PERMANENTE	2	QUEBRADA RANCHO	PERMANENTE	3	QUEBRADA GAMBA	PERMANENTE	4	RIO SORPRESA	PERMANENTE	5	SIN NOMBRE	PERMANENTE	6	SIN NOMBRE	PERMANENTE	7	SIN NOMBRE	PERMANENTE	8	SIN NOMBRE	PERMANENTE	9	SIN NOMBRE	PERMANENTE	
	NOMBRE	CATEGORIA																														
1	QUEBRADA NICUESTA	PERMANENTE																														
2	QUEBRADA RANCHO	PERMANENTE																														
3	QUEBRADA GAMBA	PERMANENTE																														
4	RIO SORPRESA	PERMANENTE																														
5	SIN NOMBRE	PERMANENTE																														
6	SIN NOMBRE	PERMANENTE																														
7	SIN NOMBRE	PERMANENTE																														
8	SIN NOMBRE	PERMANENTE																														
9	SIN NOMBRE	PERMANENTE																														
Corte: distritos_buffer.shp	<table><thead><tr><th></th><th>ID</th><th>PROVINCIA</th><th>N_CANTON</th><th>N_DISTRITO</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>2</td><td>Cartago</td><td>Jiménez</td><td>Juan Viñas</td></tr><tr><td>2</td><td>1</td><td>Cartago</td><td>Jiménez</td><td>Tucurrique</td></tr><tr><td>3</td><td>3</td><td>Cartago</td><td>Jiménez</td><td>Pejibaye</td></tr></tbody></table>		ID	PROVINCIA	N_CANTON	N_DISTRITO	1	2	Cartago	Jiménez	Juan Viñas	2	1	Cartago	Jiménez	Tucurrique	3	3	Cartago	Jiménez	Pejibaye											
	ID	PROVINCIA	N_CANTON	N_DISTRITO																												
1	2	Cartago	Jiménez	Juan Viñas																												
2	1	Cartago	Jiménez	Tucurrique																												
3	3	Cartago	Jiménez	Pejibaye																												

Salida:rios.shp	<table><tr><th></th><th>NOMBRE</th><th>CATEGORIA</th></tr><tr><td>1</td><td>SIN NOMBRE</td><td>PERMANENTE</td></tr><tr><td>2</td><td>RIO NARANJITO</td><td>PERMANENTE</td></tr><tr><td>3</td><td>RIO TAUSITO</td><td>PERMANENTE</td></tr><tr><td>4</td><td>QUEBRADA RANCHO</td><td>PERMANENTE</td></tr><tr><td>5</td><td>RIO NUBES</td><td>PERMANENTE</td></tr><tr><td>6</td><td>QUEBRADA PIZOTE</td><td>PERMANENTE</td></tr><tr><td>7</td><td>QUEBRADA PANIAGUA</td><td>PERMANENTE</td></tr><tr><td>8</td><td>SIN NOMBRE</td><td>PERMANENTE</td></tr></table>		NOMBRE	CATEGORIA	1	SIN NOMBRE	PERMANENTE	2	RIO NARANJITO	PERMANENTE	3	RIO TAUSITO	PERMANENTE	4	QUEBRADA RANCHO	PERMANENTE	5	RIO NUBES	PERMANENTE	6	QUEBRADA PIZOTE	PERMANENTE	7	QUEBRADA PANIAGUA	PERMANENTE	8	SIN NOMBRE	PERMANENTE	
	NOMBRE	CATEGORIA																											
1	SIN NOMBRE	PERMANENTE																											
2	RIO NARANJITO	PERMANENTE																											
3	RIO TAUSITO	PERMANENTE																											
4	QUEBRADA RANCHO	PERMANENTE																											
5	RIO NUBES	PERMANENTE																											
6	QUEBRADA PIZOTE	PERMANENTE																											
7	QUEBRADA PANIAGUA	PERMANENTE																											
8	SIN NOMBRE	PERMANENTE																											
Explique el resultado																													

### 3. Buffer

Se realiza nuevamente un buffer para establecer la zona de protección de los ríos, ir a Vectorial/Herramientas de geoproceto/Buffer. En la capa de entrada seleccione la capa rios.shp, en distancia seleccione 15 y en la capa de salida (hecho buffer) guarde el archivo como “zonas\_proteccion\_rios.shp” (Figura 4).

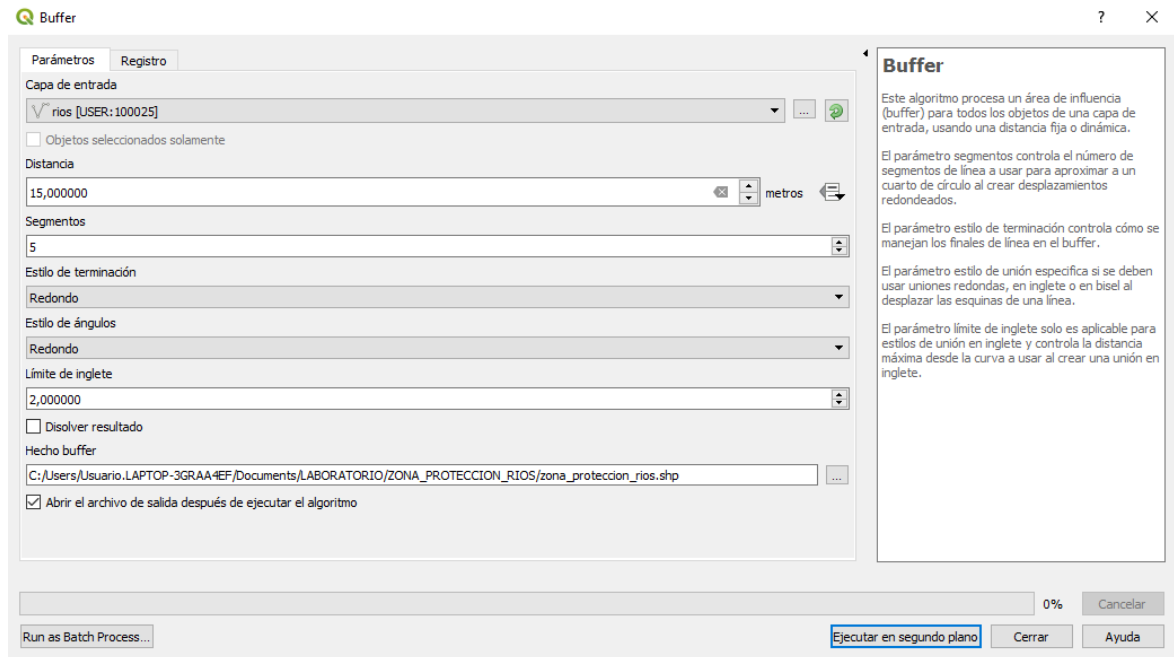
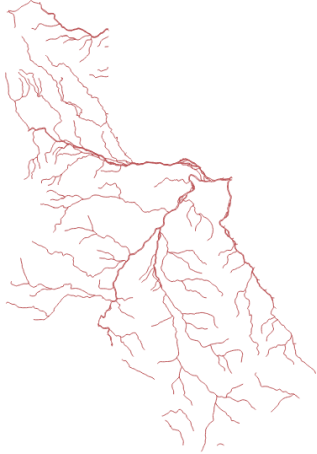



Figura 4. Ventana de la herramienta buffer para los ríos en Qgis.

Cuadro 3. Comparación de resultados de las capas antes y después del proceso de buffer para los ríos.

Operación buffer	Tabla de atributos	Cartográfico																														
Entrada: rios.shp	<table> <tr> <th></th><th>NOMBRE</th><th>CATEGORIA</th></tr> <tr> <td>1</td><td>SIN NOMBRE</td><td>PERMANENTE</td></tr> <tr> <td>2</td><td>RIO NARANJITO</td><td>PERMANENTE</td></tr> <tr> <td>3</td><td>RIO TAUSITO</td><td>PERMANENTE</td></tr> <tr> <td>4</td><td>QUEBRADA RANCHO</td><td>PERMANENTE</td></tr> <tr> <td>5</td><td>RIO NUBES</td><td>PERMANENTE</td></tr> <tr> <td>6</td><td>QUEBRADA PIZOTE</td><td>PERMANENTE</td></tr> <tr> <td>7</td><td>QUEBRADA PANIAGUA</td><td>PERMANENTE</td></tr> <tr> <td>8</td><td>SIN NOMBRE</td><td>PERMANENTE</td></tr> </table>		NOMBRE	CATEGORIA	1	SIN NOMBRE	PERMANENTE	2	RIO NARANJITO	PERMANENTE	3	RIO TAUSITO	PERMANENTE	4	QUEBRADA RANCHO	PERMANENTE	5	RIO NUBES	PERMANENTE	6	QUEBRADA PIZOTE	PERMANENTE	7	QUEBRADA PANIAGUA	PERMANENTE	8	SIN NOMBRE	PERMANENTE				
	NOMBRE	CATEGORIA																														
1	SIN NOMBRE	PERMANENTE																														
2	RIO NARANJITO	PERMANENTE																														
3	RIO TAUSITO	PERMANENTE																														
4	QUEBRADA RANCHO	PERMANENTE																														
5	RIO NUBES	PERMANENTE																														
6	QUEBRADA PIZOTE	PERMANENTE																														
7	QUEBRADA PANIAGUA	PERMANENTE																														
8	SIN NOMBRE	PERMANENTE																														
Salida: zonas_proteccion_rios.shp	<table> <tr> <th></th><th>NOMBRE</th><th>CATEGORIA</th></tr> <tr> <td>1</td><td>SIN NOMBRE</td><td>PERMANENTE</td></tr> <tr> <td>2</td><td>RIO NONECO</td><td>PERMANENTE</td></tr> <tr> <td>3</td><td>RIO VUELTAS</td><td>PERMANENTE</td></tr> <tr> <td>4</td><td>SIN NOMBRE</td><td>PERMANENTE</td></tr> <tr> <td>5</td><td>SIN NOMBRE</td><td>PERMANENTE</td></tr> <tr> <td>6</td><td>SIN NOMBRE</td><td>PERMANENTE</td></tr> <tr> <td>7</td><td>SIN NOMBRE</td><td>PERMANENTE</td></tr> <tr> <td>8</td><td>RIO REVENTAZON</td><td>PERMANENTE</td></tr> <tr> <td>9</td><td>SIN NOMBRE</td><td>PERMANENTE</td></tr> </table>		NOMBRE	CATEGORIA	1	SIN NOMBRE	PERMANENTE	2	RIO NONECO	PERMANENTE	3	RIO VUELTAS	PERMANENTE	4	SIN NOMBRE	PERMANENTE	5	SIN NOMBRE	PERMANENTE	6	SIN NOMBRE	PERMANENTE	7	SIN NOMBRE	PERMANENTE	8	RIO REVENTAZON	PERMANENTE	9	SIN NOMBRE	PERMANENTE	
	NOMBRE	CATEGORIA																														
1	SIN NOMBRE	PERMANENTE																														
2	RIO NONECO	PERMANENTE																														
3	RIO VUELTAS	PERMANENTE																														
4	SIN NOMBRE	PERMANENTE																														
5	SIN NOMBRE	PERMANENTE																														
6	SIN NOMBRE	PERMANENTE																														
7	SIN NOMBRE	PERMANENTE																														
8	RIO REVENTAZON	PERMANENTE																														
9	SIN NOMBRE	PERMANENTE																														

Explique el resultado		
-----------------------	--	--

#### 4. Intersección

Con esta herramienta se obtiene el área común o zona de traslape entre dos o más capas de interés; la tabla de atributos de los temas seleccionados se mezcla, en decir se carga la información de un tema en otro. Ir a Vectorial/Herramientas de geoproceto/Intersección. En la capa de entrada seleccione la capa zonas\_proteccion\_rios.shp, en la capa de intersección seleccione la capa cober2005crtm05.shp y guarde el archivo como “cober\_zonas\_proteccion.shp” (Figura 5).

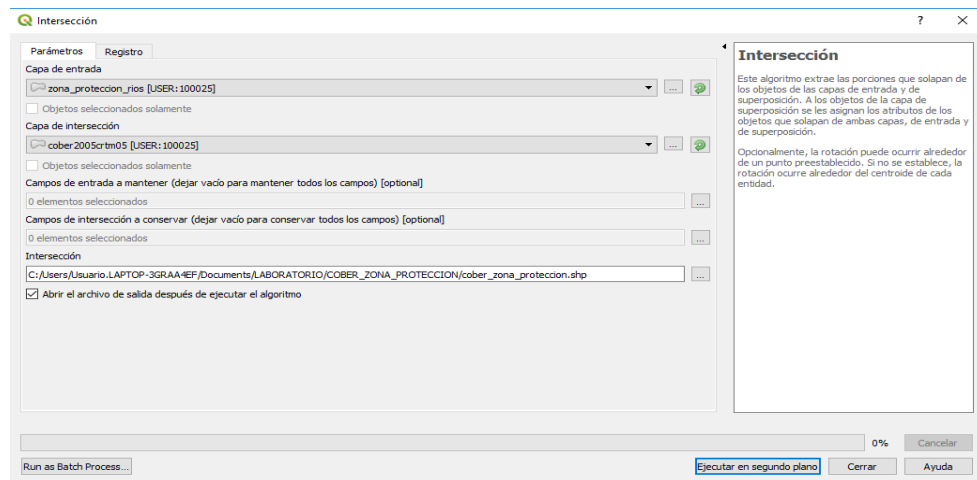



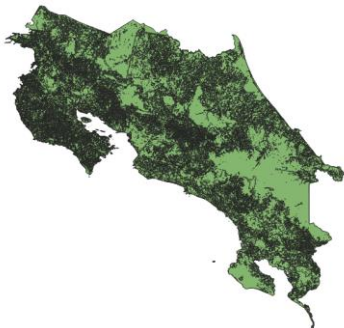

Figura 5. Ventana de la herramienta intersección para las zonas de protección de ríos en Qgis.

**NOTA:** Si el proceso no funciona con el Qgis 3.2, utilizar la versión 2.18.

Cuadro 4. Comparación de resultados de las capas antes y después del proceso de intersección para la capa de zonas de protección de ríos.

Operación buffer	Tabla de atributos	Cartográfico								
Entrada: zona_proteccion_rios. shp	<table><tr><th>ID</th><th>NOMBRE</th><th>CATEGORIA</th><th>COD_CANT</th></tr><tr><td>1</td><td>SIN NOMBRE</td><td>PERMANENTE</td><td>304</td></tr></table>	ID	NOMBRE	CATEGORIA	COD_CANT	1	SIN NOMBRE	PERMANENTE	304	
ID	NOMBRE	CATEGORIA	COD_CANT							
1	SIN NOMBRE	PERMANENTE	304							



Intersección: cober2005crtm05.shp	<table><tr><th></th><th>HECTARES</th><th>COBERTURA</th></tr><tr><td>1</td><td>0.036</td><td>NO FORESTAL</td></tr><tr><td>2</td><td>0.541</td><td>NO FORESTAL</td></tr><tr><td>3</td><td>0.719</td><td>AGUA</td></tr><tr><td>4</td><td>0.081</td><td>AGUA</td></tr><tr><td>5</td><td>0.081</td><td>NO FORESTAL</td></tr><tr><td>6</td><td>0.587</td><td>NO FORESTAL</td></tr><tr><td>7</td><td>0.081</td><td>AGUA</td></tr><tr><td>8</td><td>0.185</td><td>NO FORESTAL</td></tr><tr><td>9</td><td>0.007</td><td>NO FORESTAL</td></tr><tr><td>10</td><td>0.010</td><td>NO FORESTAL</td></tr></table>		HECTARES	COBERTURA	1	0.036	NO FORESTAL	2	0.541	NO FORESTAL	3	0.719	AGUA	4	0.081	AGUA	5	0.081	NO FORESTAL	6	0.587	NO FORESTAL	7	0.081	AGUA	8	0.185	NO FORESTAL	9	0.007	NO FORESTAL	10	0.010	NO FORESTAL	
	HECTARES	COBERTURA																																	
1	0.036	NO FORESTAL																																	
2	0.541	NO FORESTAL																																	
3	0.719	AGUA																																	
4	0.081	AGUA																																	
5	0.081	NO FORESTAL																																	
6	0.587	NO FORESTAL																																	
7	0.081	AGUA																																	
8	0.185	NO FORESTAL																																	
9	0.007	NO FORESTAL																																	
10	0.010	NO FORESTAL																																	
Salida:	<table><tr><th>COD_CANT</th><th>COD_DIST</th><th>HECTARES</th><th>COBERTURA</th></tr><tr><td>304</td><td>30403</td><td>23.96100</td><td>AGUA</td></tr><tr><td>304</td><td>30403</td><td>14.21400</td><td>AGUA</td></tr><tr><td>304</td><td>30403</td><td>1.13700</td><td>AGUA</td></tr><tr><td>304</td><td>30403</td><td>46.13600</td><td>AGUA</td></tr><tr><td>304</td><td>30403</td><td>3.41100</td><td>AGUA</td></tr><tr><td>304</td><td>30403</td><td>5.76700</td><td>AGUA</td></tr><tr><td>304</td><td>30403</td><td>7.63500</td><td>AGUA</td></tr></table>	COD_CANT	COD_DIST	HECTARES	COBERTURA	304	30403	23.96100	AGUA	304	30403	14.21400	AGUA	304	30403	1.13700	AGUA	304	30403	46.13600	AGUA	304	30403	3.41100	AGUA	304	30403	5.76700	AGUA	304	30403	7.63500	AGUA		
COD_CANT	COD_DIST	HECTARES	COBERTURA																																
304	30403	23.96100	AGUA																																
304	30403	14.21400	AGUA																																
304	30403	1.13700	AGUA																																
304	30403	46.13600	AGUA																																
304	30403	3.41100	AGUA																																
304	30403	5.76700	AGUA																																
304	30403	7.63500	AGUA																																
Explique el resultado																																			



## **Reacomodo de columnas**

Para iniciar este proceso se debe crear una serie de columnas que se describen a continuación:

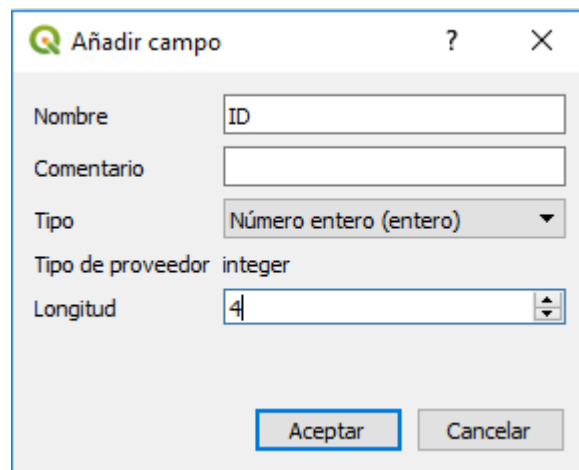
**ID:** que se refiere a poner un número consecutivo a los objetos en la tabla de atributos.

**COD\_CANT:** corresponde al código 304 asignado para el cantón de Jiménez y 306 para el cantón de Alvarado.

**COD\_DIST:** corresponde a los códigos 30401 para Juan Viñas, 30402 para Tucurrique y 30403 para Pejibaye o 30601 para Pacayas, 30602 para Cervantes y 30603 para Capellades.

Para crear las columnas se debe ir al panel de capas, click derecho en la capa de ríos, abrir tabla de atributos, conmutar el modo de edición en el ícono  e ir a la casilla de campo nuevo . Se crean todas las columnas necesarias cambiando el nombre, tipo y la longitud dependiendo de su naturaleza (figura 6).

La columna llamada “ID” es de tipo “número entero” con una longitud de 2, la llamada “COD\_CANT” en de tipo “número entero” con una longitud de 3 y la llamada “COD\_DIST” en de tipo “número entero” con una longitud de 5



Nombre	ID
Comentario	
Tipo	Número entero (entero)
Tipo de proveedor	integer
Longitud	4

Aceptar Cancelar

Figura 6. Creación de nuevas columnas.

Una vez creadas las columnas se procede a llenarlas. Para la columna de “ID” se debe abrir la tabla de atributos y abrir la calculadora de campos. Dentro de la calculadora de campos se debe marcar la opción “Actualizar campo existente”, seleccionar la casilla ID y escribir la expresión como se muestra en la figura 7.

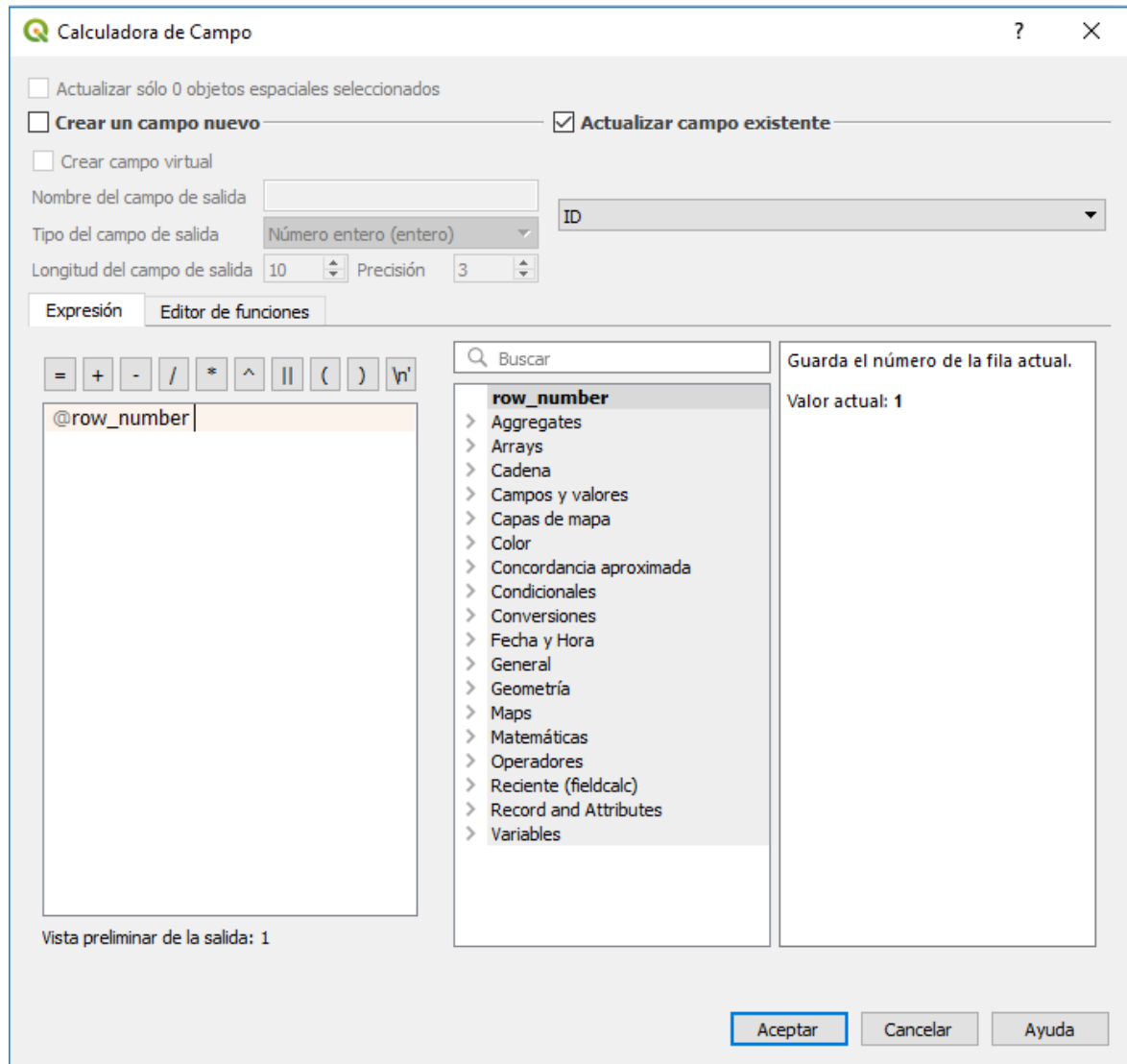


Figura 7. Calculadora de campo para rellenar la columna “ID”.

Para la columna llamada “COD\_CANT” se debe ir a la calculadora de campos. Una vez dentro de la calculadora de campos se debe marcar la opción “Actualizar campo existente”, seleccionar la casilla “COD\_CANT” y escribir la expresión “304” o “306” como se muestra en la figura 8.

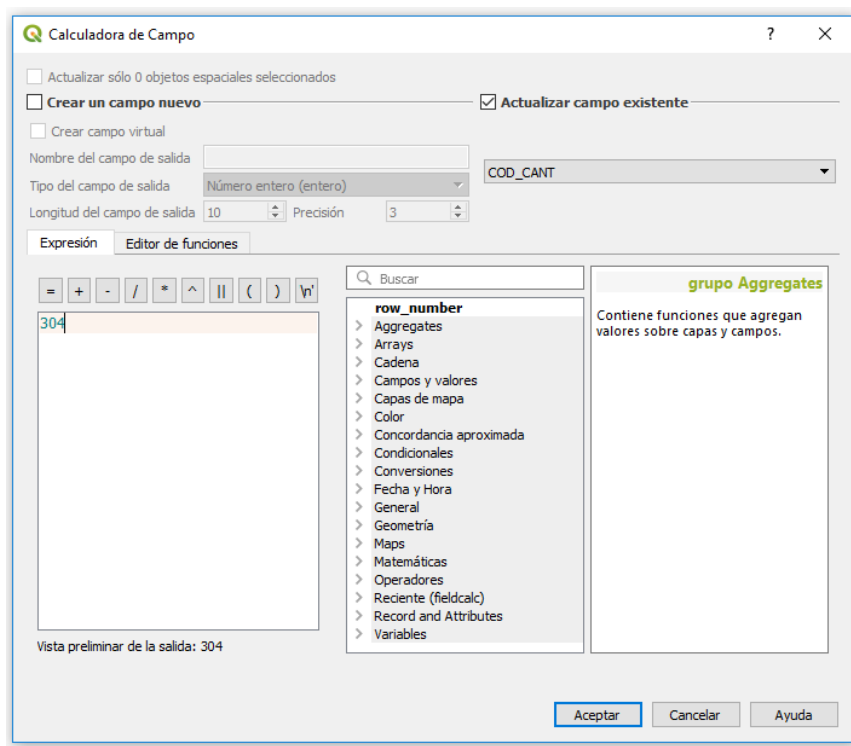




Figura 8. Calculadora de campo para rellenar la columna “COD\_CANT”.

La columna llamada “COD\_DIST” se debe completar seleccionando los ríos que se encuentren dentro de cada distrito por separado, con la herramienta “Seleccionar objetos espaciales por área o click único” en el icono . Al seleccionar por ejemplo los ríos de Juan Viñas o Pacayas se debe ir a la tabla de atributos y seleccionar el icono “Mover la selección arriba del todo” en el icono . Posteriormente, abrir la calculadora de campos, marcar la casilla “Actualizar campo existente” y seleccionar “COD\_DIST”. Se debe escribir la expresión como se muestra en la figura 9.

**Nota: Los códigos para cada distrito se mencionaron anteriormente. Además, se debe ser cuidadoso para incluir únicamente los elementos pertenecientes al distrito específico.**

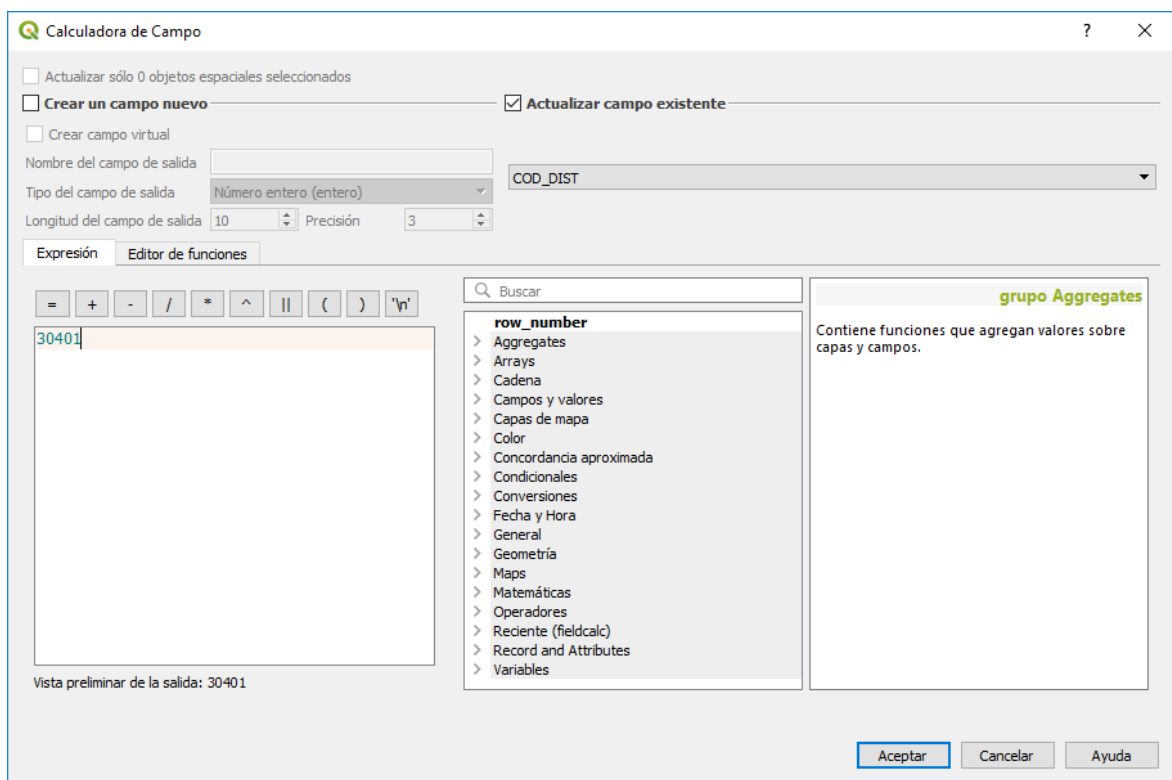


Figura 9. Calculadora de campo para rellenar la columna “COD\_DIST”.

Una vez terminados los pasos anteriores se debe ir a la Caja de herramientas y Buscar “Rehacer campos” (Figura 10).

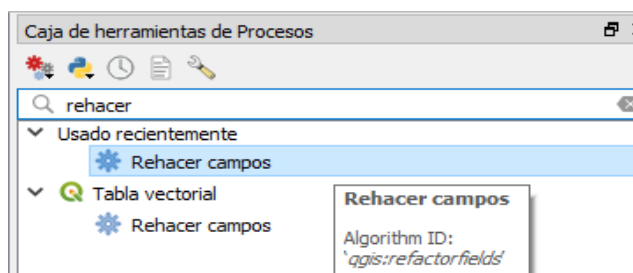


Figura 10. Herramienta “Rehacer campos”.

Ahora en la herramienta se deben acomodar las columnas en el orden que se muestra en la figura 11 y corregir el nombre de las columnas si anteriormente se cometió algún error. Por último se debe guardar con el nombre `cober_zona_proteccion_final.shp` y dar click en el icono “Ejecutar en segundo plano”.

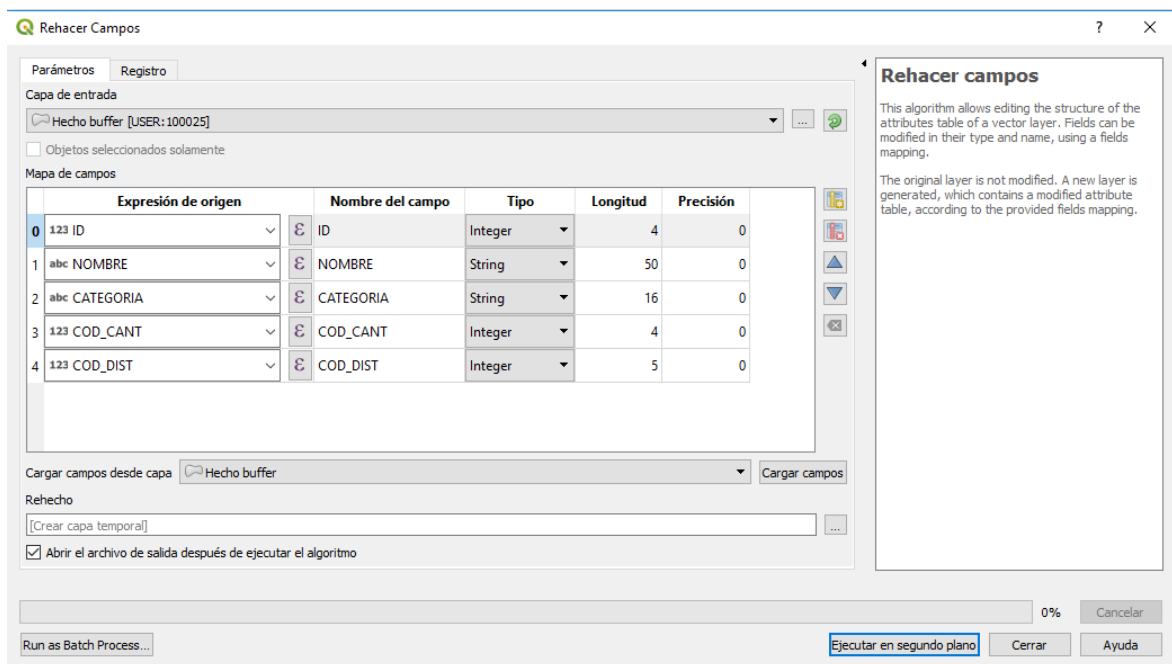


Figura 11. Herramienta de rehacer campos en la capa de los buffer de los ríos.

## Filtros avanzados

Ir a la tabla de atributos y en la esquina inferior izquierda buscar la opción “Filtro avanzado (expresión)” como se muestra en la figura 12.

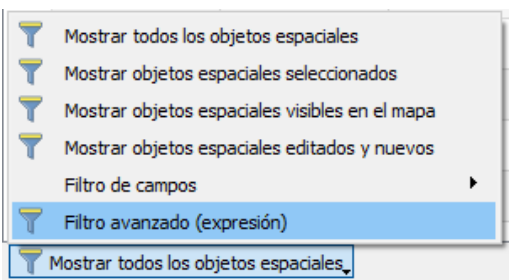


Figura 12. Ubicación del filtro avanzado.

Abrir los filtros avanzados y utilizar la expresión "CATEGORIA" LIKE '%INTERMITENTE%' para obtener los ríos que son intermitentes dentro del cantón.

Anote el número de objetos espaciales después de utilizar esta expresión:

\_\_\_\_\_.

Utilice la siguiente expresión "CATEGORIA" LIKE '%INTERMITENTE%' AND "COD\_DIST" LIKE 30401 o la expresión "CATEGORIA" LIKE '%INTERMITENTE%' AND "COD\_DIST" LIKE 30601, dependiendo del cantón con el que se esté trabajando, para obtener los ríos que son intermitentes dentro del distrito de Juan Viñas o el distrito de Pacayas.

Anote el número de objetos espaciales después de utilizar esta expresión:

\_\_\_\_\_.

Utilice la expresión NOT "COD\_DIST" = 30401 o la expresión NOT "COD\_DIST" = 30602 para excluir los ríos del distrito de Juan Viñas o Cervantes.

Anote el número de objetos espaciales después de utilizar esta expresión:

\_\_\_\_\_.

Utilice la expresión "COD\_DIST" = 30401 OR "CATEGORIA" = 'PERMANENTE' AND "COD\_DIST" = 30402 o la expresión "COD\_DIST" = 30601 OR "CATEGORIA" = 'PERMANENTE' AND "COD\_DIST" = 30602 para obtener los ríos del distrito de Juan Viñas y los ríos permanentes del distrito de Tucurrique o los ríos del distrito de Pacayas y los ríos permanentes del distrito de Cervantes.

Anote el número de objetos espaciales después de utilizar esta expresión:

\_\_\_\_\_.

## Laboratorio 2. Crear y actualizar la capa de barrios mediante digitalización.

Digitalizar las coberturas de la superficie de la tierra, es una herramienta importante para determinar el área que cubre cada cobertura de una zona determinada de manera remota, a través de imágenes satelitales o de fotografías aéreas. Esta herramienta abarata los costos ya que evita realizar visitas a todas las coberturas de la zona en estudio.

**Objetivo General:** Conocer y utilizar las herramientas de digitalización avanzada para crear la capa de barrios.

### Cargar y visualizar la información en QGIS

Se tiene una carpeta llamada BASE\_DATOS\_LAB\_2 con las capas necesarias para realizar este laboratorio.

Se abre el programa QGIS 3 y se suben las capas de barrios.shp y distritos.shp, en la opción “Añadir capa vectorial” (Figura 1).

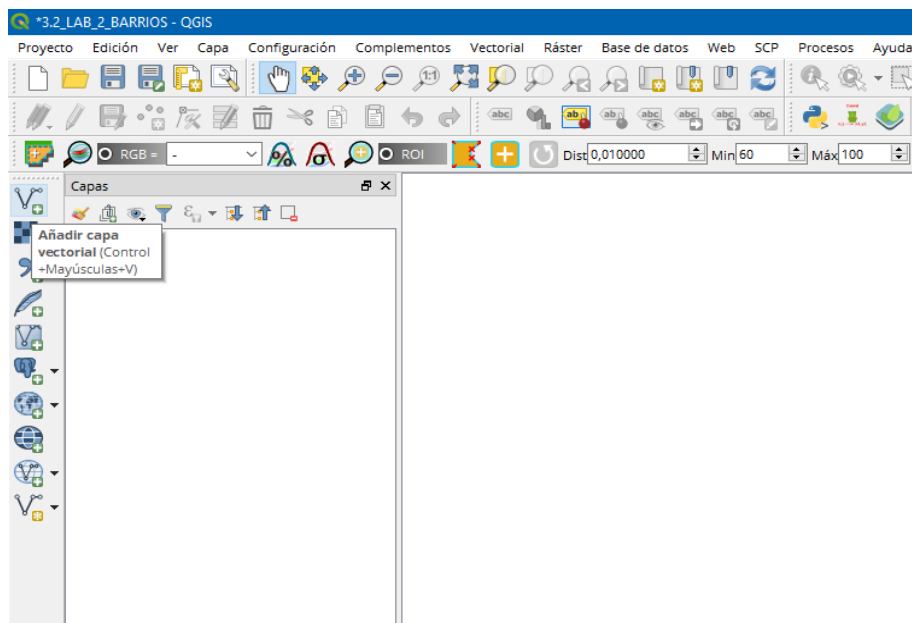


Figura 1. Ubicación de la herramienta “Añadir capa vectorial”



Recuerde revisar o establecer el sistema de referencia de coordenadas (SRC) en CRTM05 (ESPG 5367). (Figura 2)

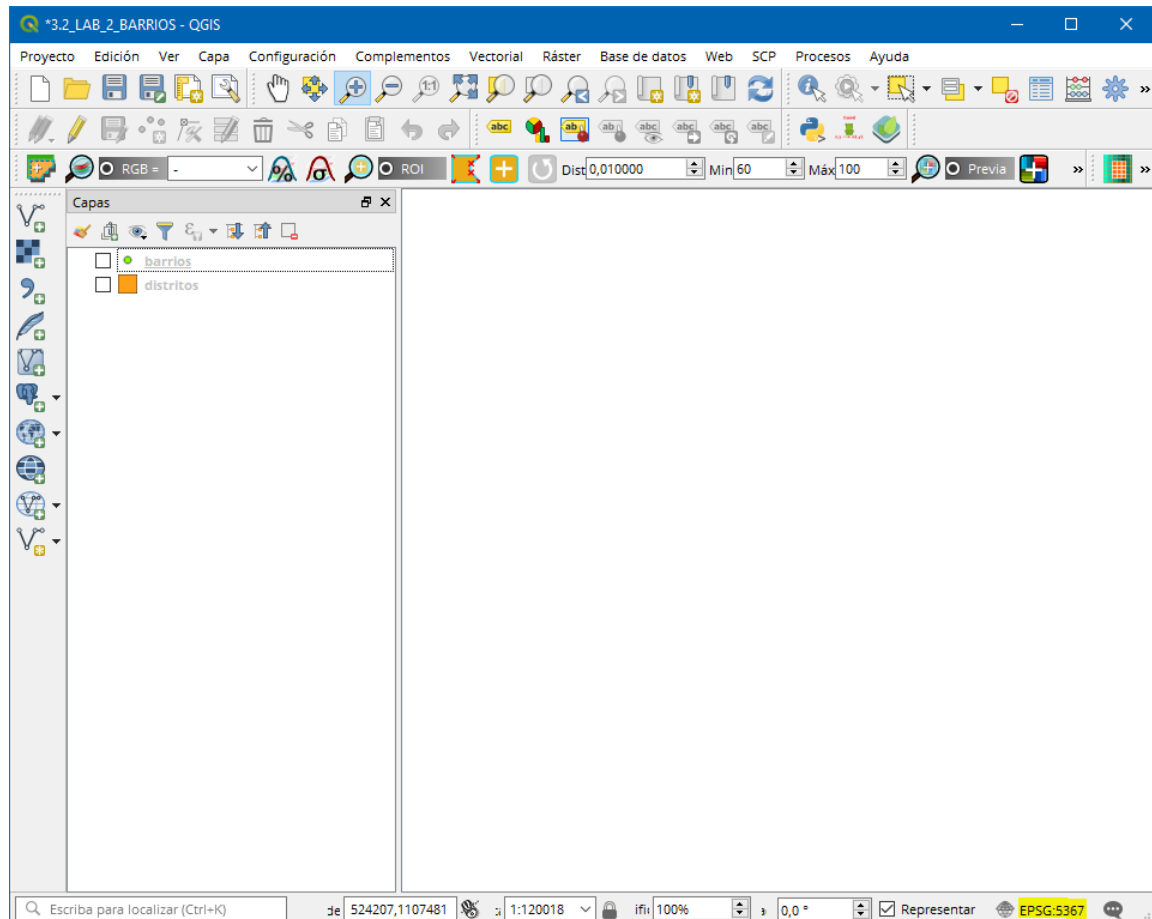


Figura 2. Revisión del sistema de coordenadas correcto.

Ahora para poder digitalizar se necesita una imagen satelital de base para conocer los límites de la cobertura a digitalizar. Para esto se busca en la barra de herramientas: Web - Open Layers Plugin - Google maps – Google satellite.

Se da clic en esta última opción para visualizar la imagen satelital (Figura 3)

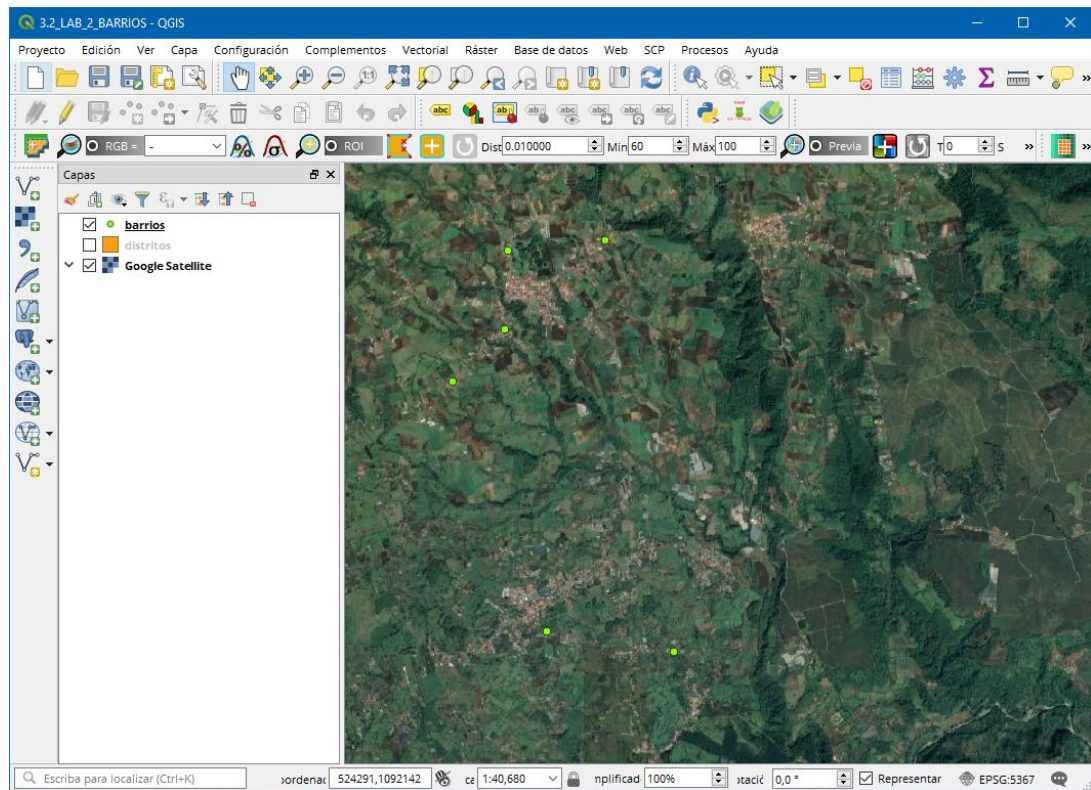


Figura 3. Visualización de la imagen satelital.

Para identificar los puntos con los nombres se le agregaran etiquetas, para esto, haga clic derecho en el panel de capas a la capa de barrios y busque propiedades.

En la ventana que se abre en la sección “Etiquetas” seleccione “Mostrar etiquetas para esta capa” (Figura 4), después en “Etiquetar con” escoja Barrio. (Figura 5)

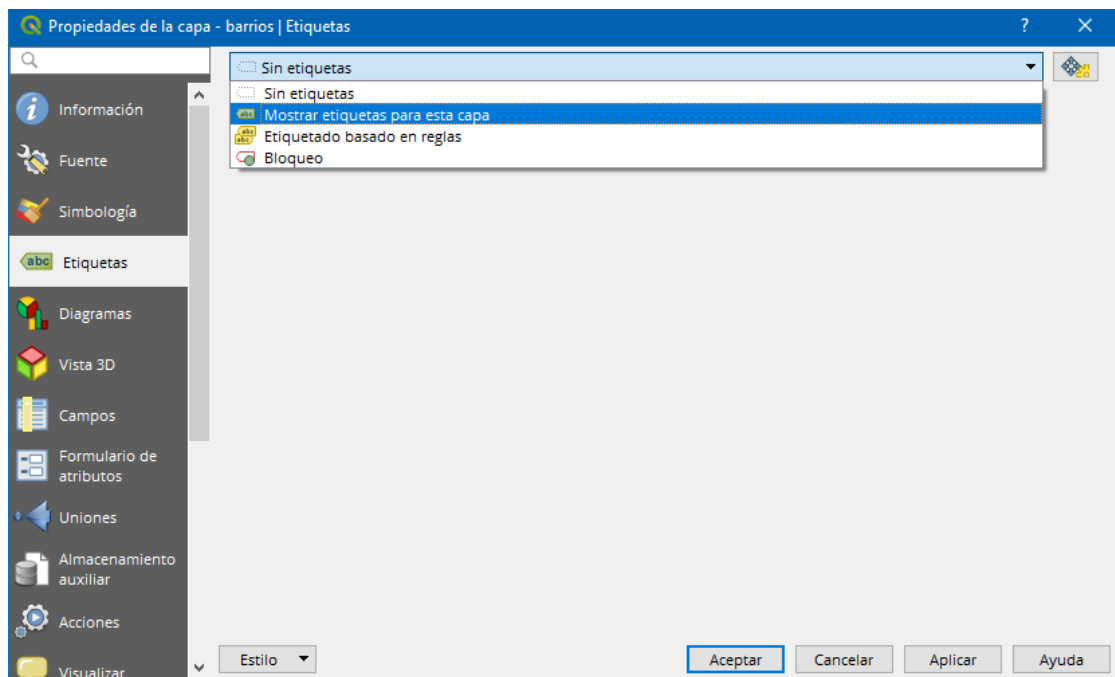


Figura 4. Ventana de etiquetas para la capa.

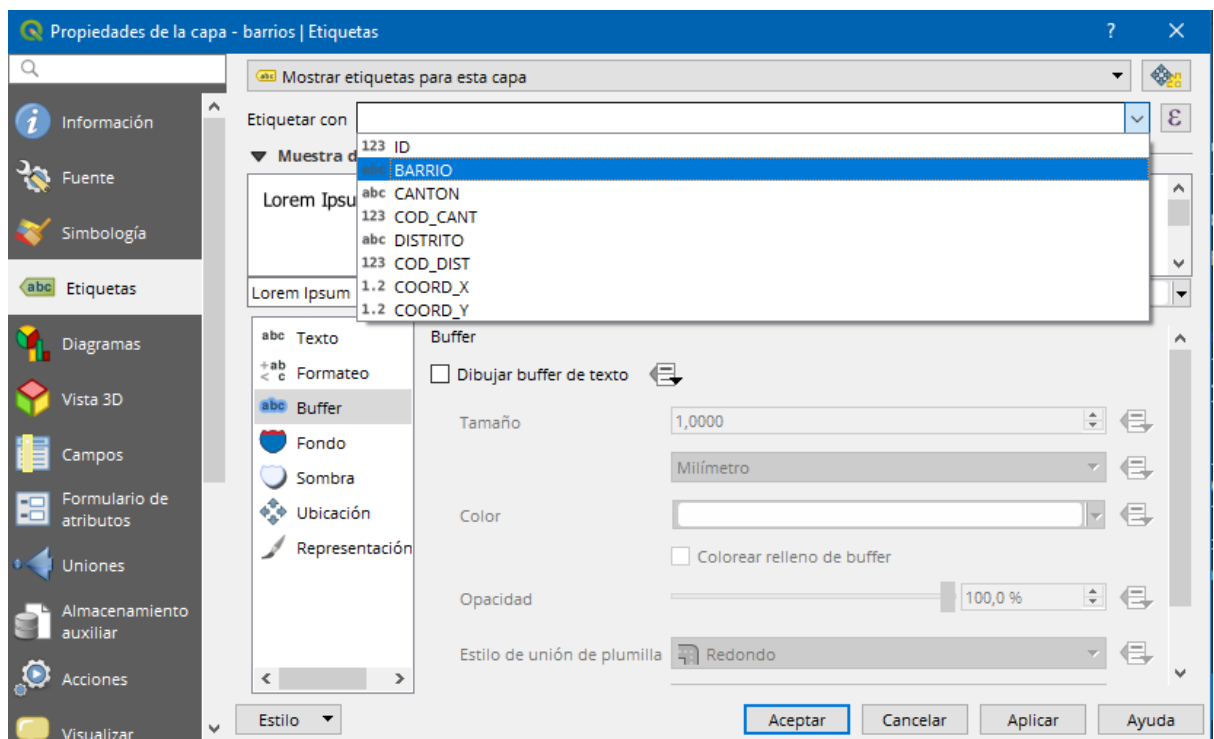


Figura 5. Etiquetar a una capa.

También, en “Buffer” se puede marcar “Dibujar buffer de texto” para ver el nombre con mayor claridad (Figura 6).

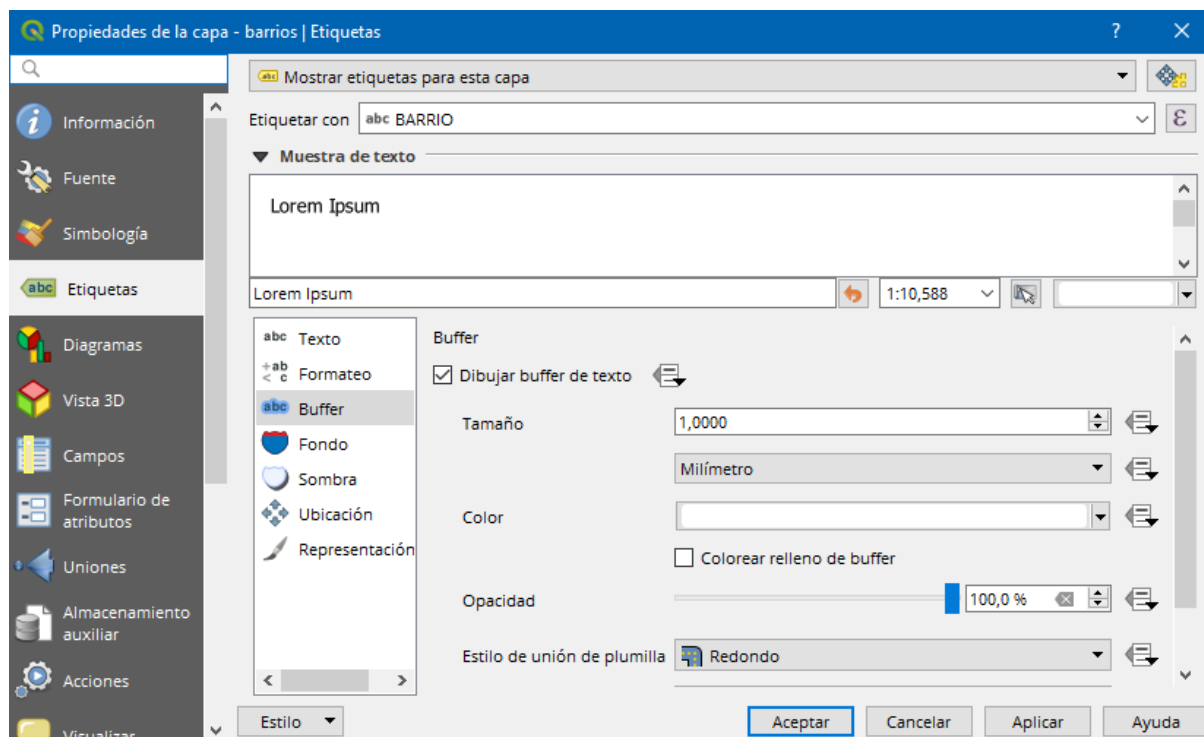


Figura 6. Marcar opción “Buffer de texto”

El resultado es la visualización de los nombres de los barrios de forma clara (Figura 7).

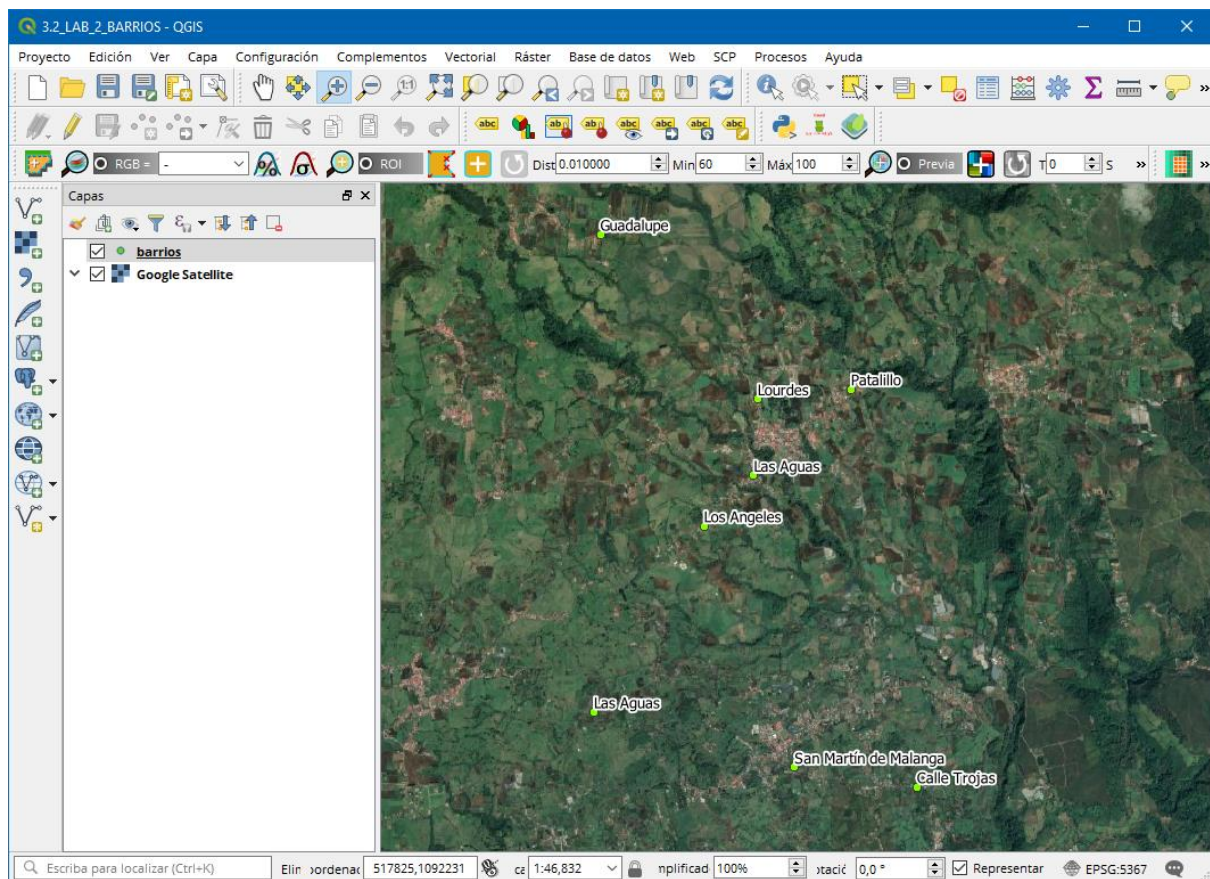


Figura 7. Visualización de los puntos (barrios) con sus respectivos nombres.

### Creación de la capa de barrios

Seleccione uno de los puntos que representan los barrios y acérquese a la zona de forma que se pueda ver con claridad el barrio (figura 8).



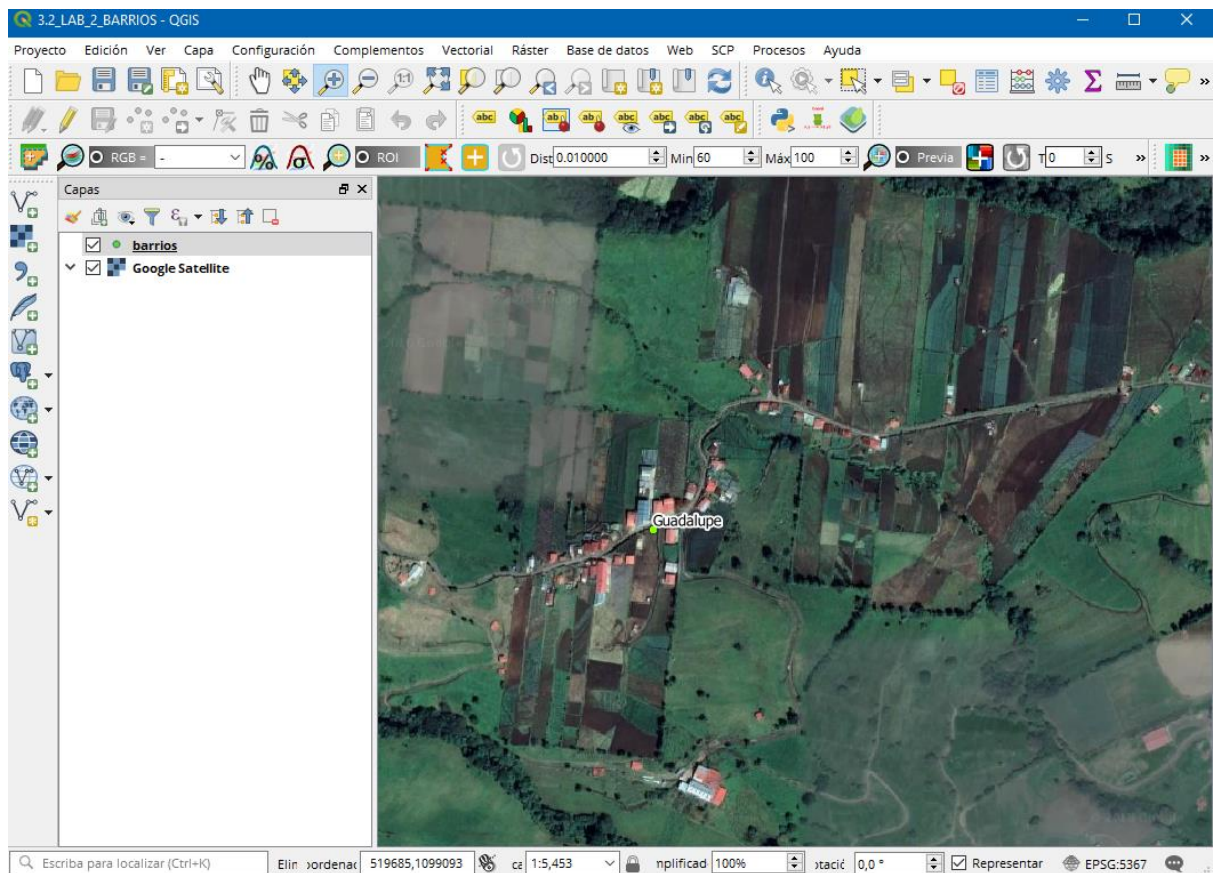


Figura 8. Acercamiento a la zona de digitalización

Ahora, se va a crear una capa nueva que contenga la información de la cobertura de barrios. Diríjase a la barra de herramientas: Capa – Crear capa – Nueva Capa de Archivo Shape (Figura 9).

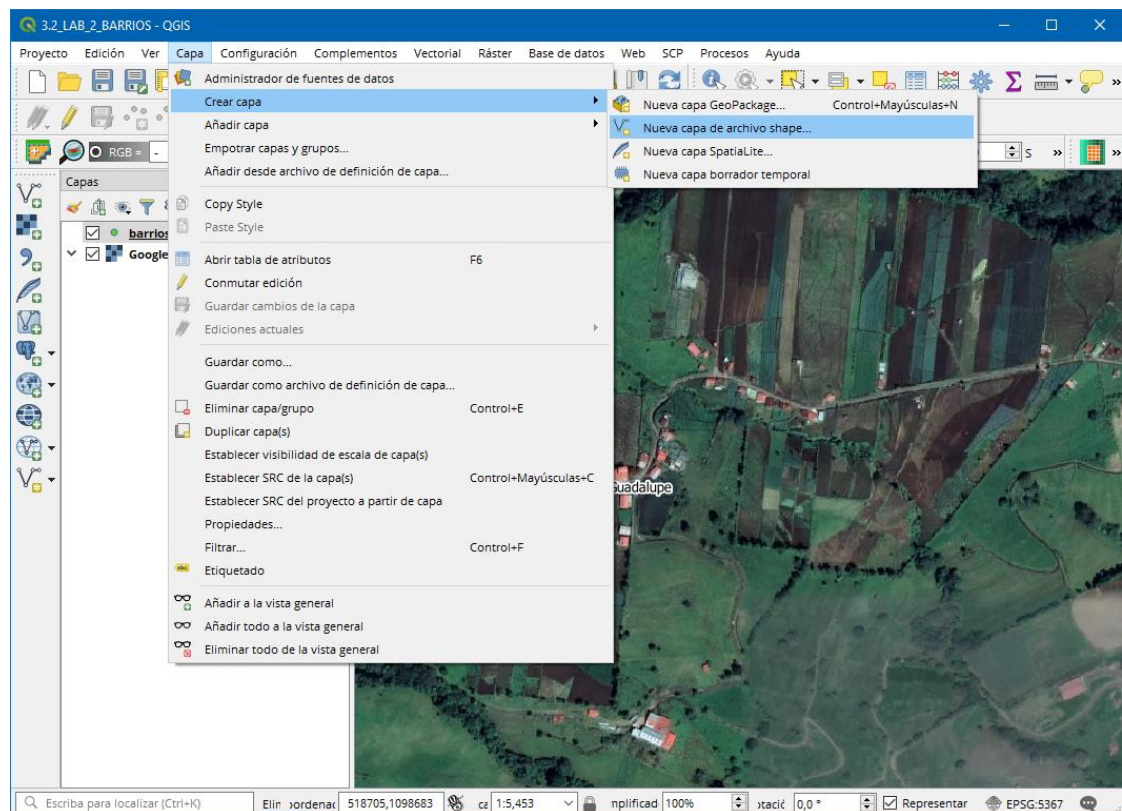


Figura 9. Ubicación de la herramienta para crear un archivo shape en QGIS.

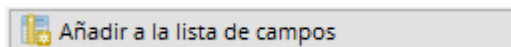
En la ventana que se abre se llenan los campos como se muestra en la figura 10.

Nombre de archivo: Se escoge un lugar y nombre donde guardar la nueva capa. Para este caso se guarda con el nombre de: barrios\_poligonos

Tipo de geometría: Se selecciona el tipo de geometría que se va a digitalizar.

SRC: Se selecciona CRTM05.

Nombre: Es el nombre que llevará la columna en la tabla de atributos para identificar los barrios. Primero se creará el campo ID que será un número consecutivo de cada polígono que se digitalice, y después el campo "NOMBRE" para escribir el nombre de cada barrio. Para agregar estos campos se da clic en



Tipo: Este campo depende de la información por agregar a la tabla de atributos, si son letras se selecciona “Datos de texto”, si son números se selecciona “número entero” o “número decimal”

Longitud: Se refiere a la cantidad de espacios que podría requerir el nombre o el número.

Nueva capa de archivo shape

Nombre de archivo: e:\Documentos\TFG\_ESTEBAN\_2018\CAPACITACION\BARRIOS\_POLIGONOS\barrios\_poligonos.shp

Codificación de archivo: UTF-8

Tipo de geometría: Polígono

☐ Incluir dimensión Z ☐ Incluir valores M

EPSG:5367 - CR05 / CRTM05

**Nuevo campo**

Nombre:

Tipo: abc Datos de texto

Longitud: 80 Precisión:

Añadir a la lista de campos

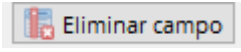
**Lista de campos**

Nombre	Tipo	Longitud	Precisión
id	Integer	10	
ID	Integer	10	
NOMBRE	String	80	

Eliminar campo

Aceptar Cancelar Ayuda

Figura 10. Configuración de la ventana para crear una nueva capa de archivo shape.

**Nota:** En “lista de campos” aparece un registro que no se desea **id** Integer 10, por lo que se selecciona y se da clic en  (Figura 11).



**Nueva capa de archivo shape**

Nombre de archivo: e:\Documentos\TFG\_ESTEBAN\_2018\CAPACITACION\BARRIOS\_POLIGONOS\barrios\_poligonos.shp

Codificación de archivo: UTF-8

Tipo de geometría: Polígono

☐ Incluir dimensión Z ☐ Incluir valores M

EPSG:5367 - CR05 / CRTM05

**Nuevo campo**

Nombre:

Tipo: abc Datos de texto

Longitud: 80 Precisión:

**Lista de campos**

Nombre	Tipo	Longitud	Precisión
ID	Integer	10	
NOMBRE	String	80	

Figura 11. Campo eliminado

Al dar clic en “Aceptar” se puede observar que en el panel de capas aparece la nueva capa creada (Figura 12) pero sin datos, los cuales se van a crear mediante digitalización.

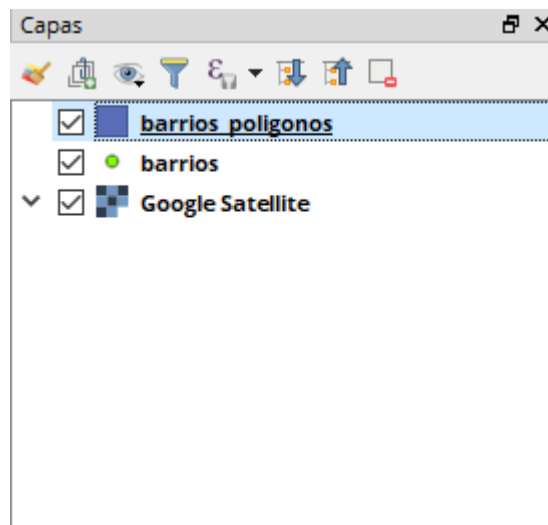



Figura 12. Nueva capa creada

### Digitalización de los barrios

Seleccione la capa que va a digitalizar (dando un clic) y luego haga clic en “conmutar edición” . Una vez hecho esto se activarán las herramientas de edición (Figura 13).



: Ediciones actuales.




: Añadir elemento (polígono).



: Herramienta de vértices o editar elemento



Figura 13. Herramientas de edición.

Antes de empezar a digitalizar los barrios, diríjase al menú principal “Proyecto” – Opciones de autoensamblado o Snapping options. Seleccione la casilla  y en el tercer campo escoja el modo de vértice y segmento (Figura 14).

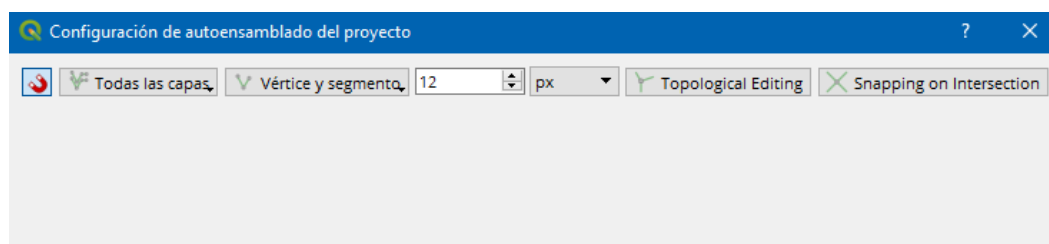


Figura 14. Ventana de Autoensamblado.

En el segundo campo seleccione “Configuración avanzada” (Figura 15) y después marque “Evitar intersección” (Figura 16). Por último, cierre la ventana.

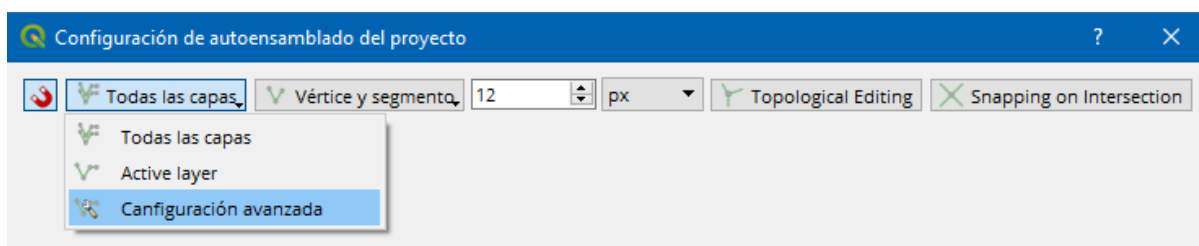


Figura 15. Opción de configuración avanzada.

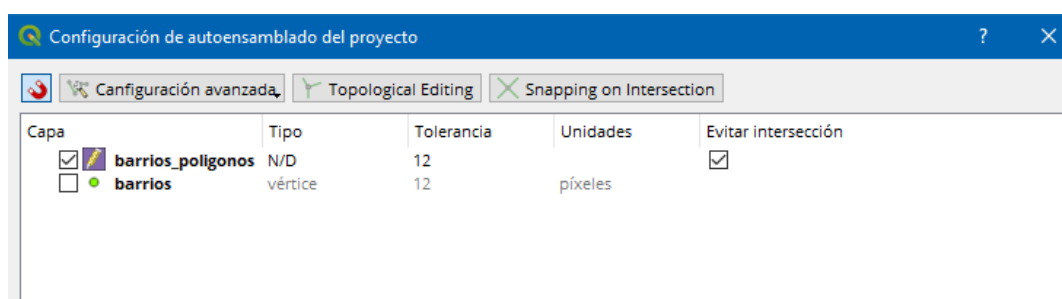

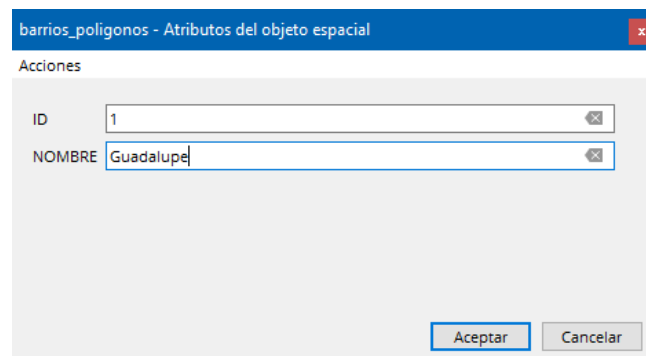


Figura 16. Sección de configuración avanzada.

Proceda a digitalizar los barrios, haga clic en el botón “Añadir polígono” . Dibuje el polígono que cubra lo que se puede observar como un barrio y asigne el número y un nombre adecuado en la tabla de atributos (Figura 17). Dibuje con clic izquierdo, para finalizar el polígono haga clic derecho (Figura 18). **Nota:** es recomendable que digitalice siempre a una misma escala, para homogeneizar el nivel de precisión.



barrios\_poligonos - Atributos del objeto espacial

Acciones

ID 1

NOMBRE Guadalupe

Aceptar Cancelar

Figura 17. Llenado de campos

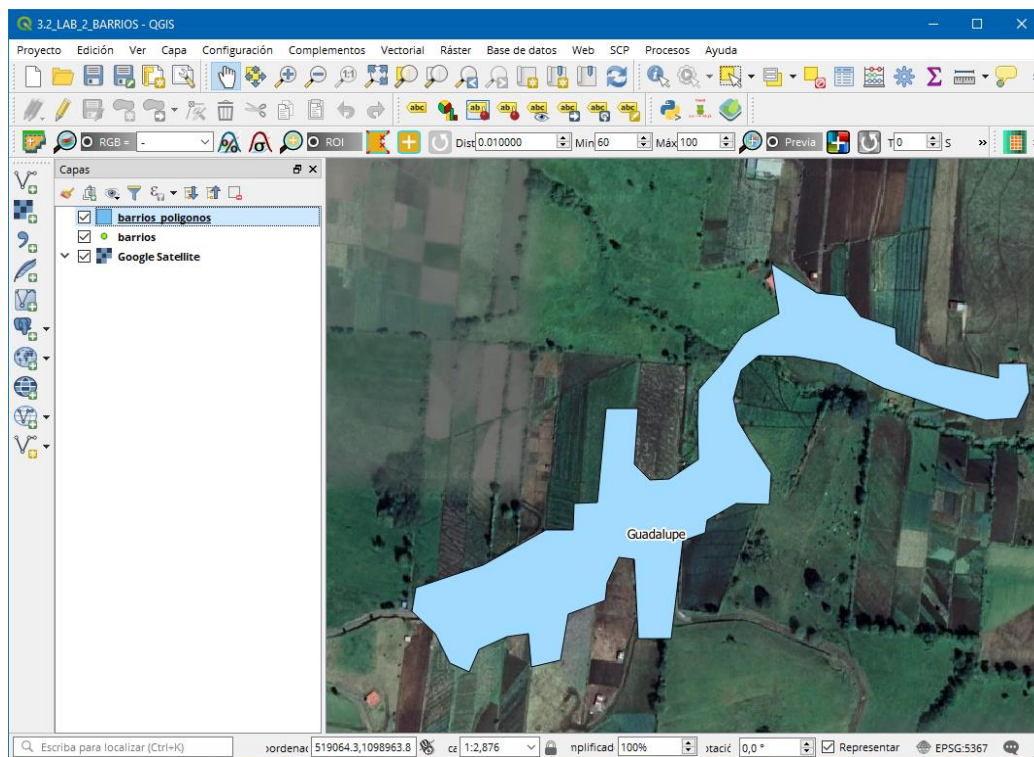


Figura 18. Digitalización de los barrios.


Al revisar la tabla de atributos se puede observar el primer dato guardado con el nombre correspondiente (Figura 19).

barrios_poligonos :: Objetos totales: 1, Filtrados: 1, Seleccionados: 0		
ID	NOMBRE	
1	1	Guadalupe

Figura 19. Vista de la tabla de atributos

Continúe digitalizando los demás barrios para terminar la capa.

**Nota:** Cuando se realiza este proceso se pueden cometer errores al digitalizar, ya sea porque se dibujó donde no se quería, no se cubrió el área necesaria, entre otras. Por lo que si se quiere borrar una parte del polígono en el momento de digitalización

únicamente se presiona la tecla de “Borrar” o “Delete” en el teclado. Si se quiere editar alguna parte del polígono que ya se había terminado, se selecciona la opción “Herramienta de vértices” .

Una vez creados los polígonos de los barrios se procede a configurar la topología para comprobar si existen errores cuando se digitalizó. En la barra de herramientas en complementos se busca “Administrar e instalar complementos” (Figura 20).

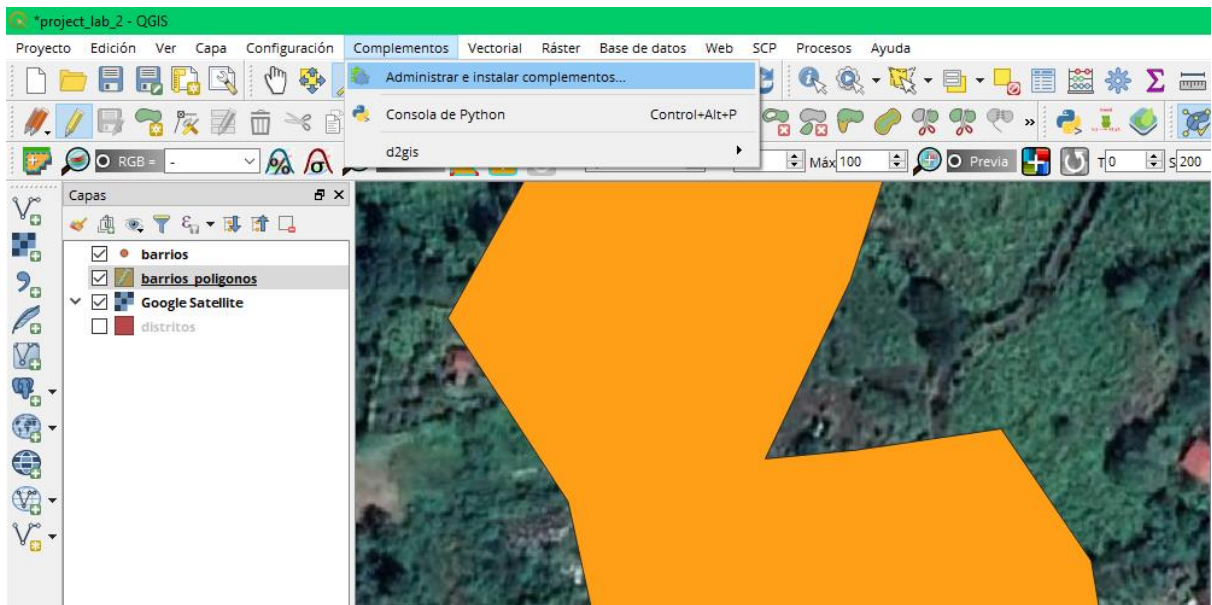



Figura 20. Ubicación de la herramienta de complementos.

Se busca el “Comprobador de topología” y se activa  Comprobador de topología (Figura 21)

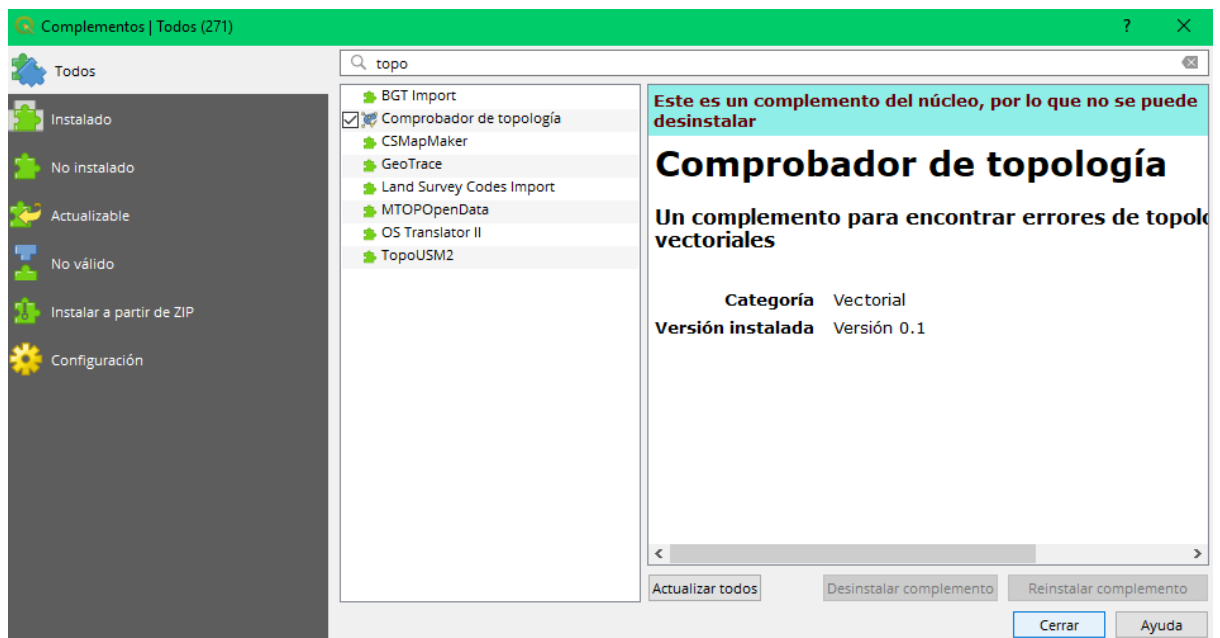



Figura 21. Activar comprobador de topología.

En la barra de herramientas aparece la opción para comprobar topología . Se da clic en esta opción y se abre la ventana de la figura 22.

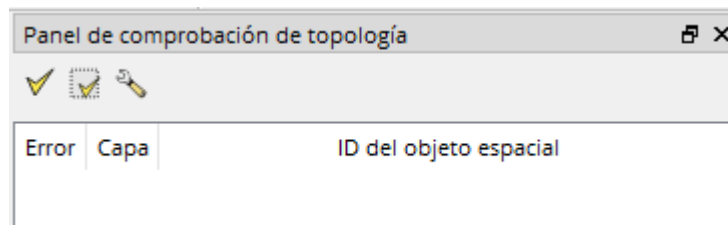



Figura 22. Ventana de comprobación de topología.

Ahora se da clic en la opción de configuración  para aplicar diferentes restricciones. En “Reglas actuales” se escoge la capa de polígonos de los barrios y en la opción de la par se añaden las reglas para después ser aplicada y comprobar si existen errores. Se da clic en aceptar.

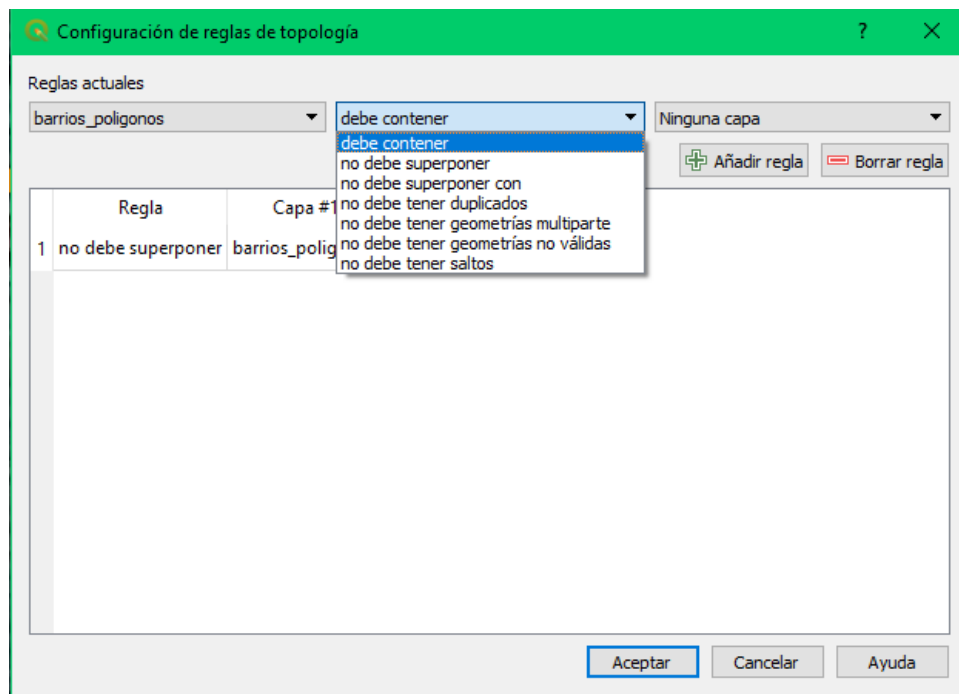



Figura 23. Selección de reglas por aplicar.

Después de dar clic en aceptar se dirige a comprobar si hay o no errores en la opción “validar” . Como se observa en la figura 24 no se encontraron errores.

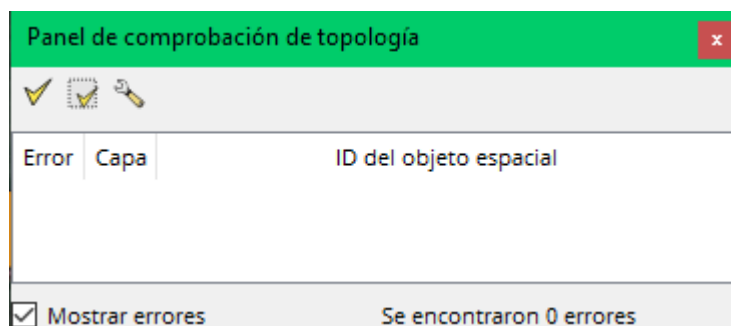


Figura 24. Panel de comprobación de topología

Como parte de las opciones de digitalización avanzada se pueden encontrar las siguientes opciones. Estas herramientas funcionan para corregir o mejorar las digitalizaciones hechas.





Mover objeto: al dar clic se puede mover un polígono entero.



Rotar objeto: Se gira el objeto o polígono seleccionado.




Simplificar objeto espacial: Reduce el tamaño del polígono.



Añadir: Se añade una sección dentro del polígono ya creado, ya sea iniciando desde un vértice o simplemente dibujando sin tocar ningún vértice.




Añadir parte: Primero se selecciona el polígono en la tabla de atributos y después al activar esta opción se puede añadir desde los vértices  secciones nuevas al polígono ya creado.



Rellenar anillo: Permite rellenar una sección dentro del polígono y crear un nuevo polígono dentro de uno más grande.




Borrar anillo: Se borra un polígono creado con la herramienta añadir 



Borrar parte: Permite eliminar un polígono completo creado desde el inicio.



Remodelar objetos espaciales: Permite modificar mediante los vértices  el tamaño, traslape o errores que se encuentren en los polígonos. También permite agregar a los polígonos más secciones.



Dividir objetos espaciales: Realiza una división de un polígono creado, creando otro con nuevos datos, pero unido al polígono original.



Dividir partes: Divide el polígono original pero mantiene los mismos datos en la tabla de atributos.

#### Agregar información adicional a la capa de barrios

**Ejercicio extra:** Suba la capa de distritos que se encuentra en la carpeta entregada inicialmente (BASE\_DATOS\_LAB\_2). Y agregue las etiquetas del nombre del distrito a esta capa.

En la capa de barrios, cree una nueva columna en la tabla de atributos con el nombre DISTRITO. Finalmente, agregue a cada barrio el nombre del distrito al que pertenece.